

**А.Х. ШЕУДЖЕН, Т.Н. БОНДАРЕВА,
С.В. КИЗИНЕК**

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
УДОБРЕНИЙ**

ОАО «Полиграф-ЮГ»
Майкоп – 2013

УДК 631.8
ББК 40.4я73
Ш 52

Рецензенты:
доктор биологических наук, профессор,
Н.И. Аканова
г. Москва, ВНИИА
доктор сельскохозяйственных наук
Х.Д. Хурум
г. Краснодар, КубГАУ

Ш 52 Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. Агрохимические основы применения удобрений. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2013. – 571 с.

На основе обобщения исследований научных учреждений и передового опыта сельскохозяйственных предприятий излагаются теоретические основы рационального использования удобрений при возделывании сельскохозяйственных и цветочных культур, лесных питомников и плантаций и водоемов рисовых оросительных систем для выращивания рыбы в различных агроэкологических районах Российской Федерации. Система удобрения рассматривается с учетом биологических особенностей культур и плодородия почв.

Книга предназначена для аспирантов и студентов агрохимических и агрономических факультетов сельскохозяйственных высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавра, специалиста и магистра.

© Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В., 2013

1. СЕВООБОРОТ - ОСНОВА ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ

Севооборот (букв. - оборот сева) - научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и пространстве или только во времени. Чередование культур во времени - это смена их по годам на одном поле. Чередование по полям означает, что каждая культура севооборота последовательно проходит через все поля.

Основоположник отечественной научной школы агрохимиков Д.Н. Прянишников (1945) на основе всестороннего анализа накопленного на рубеже XIX–XX столетий фактического материала по этому вопросу, все причины, вызывающие необходимость чередования культур, разделил на четыре группы: причины биологического, физического, химического и экономического порядка. Значение той или иной группы причин изменяется в зависимости от природных условий и уровня применяемой агротехники. Ведущую роль играют те, которые действуют на фактор жизни растений, находящийся в данных условиях в минимуме. При этом все севообороты должны иметь почвозащитную направленность.

Причины биологического порядка определяются различным отношением сельскохозяйственных культур к вредителям, болезням и сорным растениям. Они связаны с тем, что каждой культуре на полях сопутствуют свои, часто присущие только ей болезни, вредители и сорняки.

«Для истребления сорных трав, - писал 200 лет тому назад знаменитый немецкий ученый-аграрник А.Д. Тэер (1808), - весьма нужно учредить плодосмен в посевах растений, ибо некоторые хлебные породы более других не препятствуют их росту и не мешают им созреть, между тем как другие не терпят подле себя сорных трав». На фитосанитарный эффект от чередования зерновых, пропашных и бобовых культур обращал внимание и наш соотечественник А.В. Советов в своей работе «О системах земледелия» (1867). Он считал накопление возбудителей болезней, вредителей и сорняков в пахотном слое почвы важнейшей причиной снижения урожаев при повторной и бессменной культуре. Фитосанитарная роль севооборота в условиях экологизации земледелия приобретает все большее значение.

Сельскохозяйственные культуры имеют разную биологическую способность противостоять сорным растениям. Сильнее засоряются и подавляются сорняками культуры с медленным начальным ростом, а также с менее развитой надземной частью и слабыми корнями. По степени конкурентной способности В.М. Передериева (2005) условно все полевые культуры разделила на три группы:

- с высокой конкурентной способностью (озимые зерновые, многолетние злаковые травы);
- со средней конкурентной способностью (яровой ячмень, овес, подсолнечник, кукуруза, люцерна);
- со слабой конкурентной способностью (просо, картофель, сахарная свекла и др.).

Засоренность агроценоза в значительной степени зависит от предшественника и удобрений. Так, озимая пшеница в монокультуре засоряется в 4–5 раз больше, чем возделываемая в севообороте (табл. 1; Воробьев С.А., 1991).

Таблица 1 – Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от севооборота и удобрений

Предшественник	Без удобрений		С удобрениями	
	число сорняков на 1 м ²	сырая масса сорняков, г/м ²	число сорняков на 1 м ²	сырая масса сорняков, г/м ²
Картофель ранний	65	19,5	133	39,7
Клевер	79	21,1	95	66,7
Кукуруза на зеленый корм	64	18,5	63	43,3
Горох	65	20,8	111	72,3
Бессменный посев пшеницы (3–4 года)	248	87,2	327	278,3

Специфические сорняки особенно часто появляются при повторных и бессменных посевах, а севооборот для многих из них служит серьезным препятствием их распространения. Так, смена озимых культур яровыми устраняет распространение озимых и двулетних сорных растений. И, наоборот, в посевах озимых культур, а также многолетних трав подавляются растения ранних и поздних яровых сорняков (Лошаков В.Г., 2004).

Большую опасность при отсутствии севооборота представляют болезни и вредители сельскохозяйственных культур. При бессменных посевах специфические насекомые и болезни накапливаются непосредственно на растениях, послеуборочных остатках и в почве. Вследствие этого их численность и вредоносность растут из года в год. Важная биологическая особенность насекомых и болезней растений - наличие у них избирательности к биомассе, выработанной эволюционно. Учитывая это, легко понять многочисленные факты более сильного поражения и повреждения вредителями бессменных посевов. С другой стороны, смена произрастающих на данном поле растений ведет к их угнетению и даже гибели (Воробьев С.А., 1991; Лошаков В.Г., 2004; Передериева В.М., 2005).

Причины физического порядка необходимости севооборота обусловлены различным их влиянием на агрофизические свойства почвы, прежде всего ее оструктуренность, плотность, строение и мощность пахотного слоя. Они связаны с различиями в биологии и морфологии, в технологии возделываемых культур и, прежде всего, с массой и распространением корней в почве, условиями их разложения, с обработкой почвы.

Выдающийся советский агропочвовед В.Р. Вильямс (1914) разделил все культуры на улучшающие структуру почвы и ухудшающие ее. Он первым обосновал необходимость размещения в севообороте после растений, которые не оказывают положительного действия на структуру

почвы или способствуют ее разрушению, культуры, улучшающей структуру почвы. Профессор Московского университета М.Г. Павлов в 1838 г. в работе «Плодопеременение как закон природы и первое правило для составления севооборота» подчеркивал, что севооборот нужен потому, что чередование различных по условиям агротехники (пропашных или сплошного посева) и биологическим особенностям культур улучшает физические свойства почвы, прежде всего ее оструктуренность, плотность, аэрацию, а потому замедляет ее истощение. По сути, М.Г. Павлов соединил два фактора чередования культур – физический и химический.

Наиболее благоприятное влияние на физические свойства почвы оказывают и защищают ее от эрозии культуры сплошного посева с хорошо развитыми надземными органами и корневой системой. К таковым относятся посевы многолетних трав – бобовых и злаковых и их смесей. У этих культур масса корневых и поукосных остатков примерно равна массе убираемого урожая. Большое количество растительных остатков многолетних трав существенно улучшает структуру почвы. Корневая система многолетних трав, проникая на большую глубину, своими многочисленными корешками пронизывает почву и разделяет ее на отдельные комочки. При отмирании корешков эти комочки пропитываются перегноем; в результате формируется водопрочная структура почвы (Лошаков В.Г., 2004).

Пропашные культуры в меньшей степени улучшают структуру почвы. Исключение составляет кукуруза, которая обладает хорошо развитой корневой системой и не уступает по эффективности структурообразования зерновым колосовым культурам и превосходит корнеплоды и картофель, после которых в почве остается очень мало корней. Кроме того, уборка их связана с сильным механическим воздействием на почву, вызывающим разрушение почвенных агрегатов, особенно при высокой или недостаточной влажности почвы, что усиливает опасность эрозии (Воробьев С.А., 1991). Внесение минеральных удобрений и навоза усиливает структурообразующее действие всех культур, но не изменяет их расположения по оказываемому эффекту (табл. 2; Доспехов Б.А., 1986).

Таблица 2 - Масса водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм в диаметре в пахотном слое почвы под посевами и чистым паром, %

Культура	Без удобрения	РК	Навоз
Клевер	37	44	55
Рожь озимая	28	31	38
Овес	27	29	36
Картофель	21	23	35
Пар чистый	4	5	10

В севооборотах с многолетними травами в период их произрастания, а также под первой однолетней культурой, высеянной после них, структура почвы сначала улучшается, а затем постепенно ухудшается. Структурно-агрегатный состав почвы, который в той или иной степени

регулируется чередованием культур в севообороте, оказывает большое влияние и на другие ее физические свойства: сложение пахотного слоя (пористость и плотность). Так, уплотнение почвы при выращивании однолетних культур сплошного сева, таких как зерновые, зернобобовые, лен, однолетние бобово-злаковые смеси, приводит к повышению капиллярной пористости, снижению аэрации. В свою очередь, уменьшение воздухоемкости почвы влечет за собой усиление восстановительных реакций, что приводит к образованию закисных соединений железа, марганца, алюминия. Особенно сильно это сказывается на почвах тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава.

Культурные растения для создания урожая расходуют разное количество воды и отличаются по способности использовать ее из почвы. Если для растений кукурузы и проса транспирационный коэффициент составляет 200, то для пшеницы и ячменя – 400 и более, для клевера – 500–600, люцерны – 700–800. Озимая пшеница, горох, просо, суданская трава, кукуруза на силос для формирования урожая используют воды меньше, чем, например, кукуруза на зерно. Сахарная свекла, подсолнечник, многолетние травы, имея глубокую корневую систему, в состоянии использовать влаги больше, чем растения с мелко залегающей корневой системой. При подборе предшественников в севообороте важным является количество оставшейся после них влаги для последующих культур. В зоне неустойчивого увлажнения в пахотном слое почвы больше всего воды содержится на чистых и занятых парах, а также после уборки гороха (Передериева В.М., 2005).

Для лучшего использования складывающихся метеорологических условий важно иметь правильное соотношение в структуре посевных площадей культур пропашных и сплошного сева.

Причины химического порядка необходимости чередования культур связаны, прежде всего, с различиями в химическом составе почвы на полях после уборки различных культур. Это объясняется тем, что для формирования урожая культуры потребляют из почвы различное количество макро- и микроэлементов и в разном их соотношении. Зерновые культуры, кукуруза, многолетние и однолетние злаковые травы требуют больше азота, бобовые – фосфора, а картофель и сахарная свекла – калия. Унося из почвы много питательных веществ, растения оставляют после уборки урожая разное количество корней и пожнивных остатков. Органические остатки имеют не только неодинаковую массу, но и химический состав. В результате культуры по-разному обогащают почву питательными веществами, вследствие частичной компенсации их хозяйственного выноса.

Рост корневой системы сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от предшественников, которые часто определяют условия питания и водообеспеченности растений. По данным А.И. Задонцева и А.И. Колюжного (1965), максимальная глубина проникновения корней озимой пшеницы при посеве по пару составила 230 см; после кукурузы, убранной в фазе выбрасывания метелки, – 150 см;

после кукурузы, убранной в молочно-восковой спелости, и после гороха на зерно - 140 см, а после озимых по пару - только на 100 см.

«Чем больше, - пишет основатель теории минерального питания растений Ю. Либих (1936), - поверхность корней, а также глубина, на которую они проникают, тем большее количество почвенных частиц приходит в соприкосновение с ними, поэтому тем легче растению покрыть свою потребность в пище. Если, наоборот, поверхность корней незначительна, а глубина распространения их ограничивается верхним слоем, то этот последний должен быть очень богат усвояемыми питательными веществами; в этом случае корни вступают в соприкосновение лишь сравнительно с небольшим количеством почвенных частичек, а питательные вещества, заключающиеся в средних и более глубоких почвенных слоях, являются для них уже недоступными».

Растения различаются также и по способности усваивать элементы питания из труднодоступных соединений. Культуры, поглощающие элементы питания из труднорастворимых форм, часть их оставляют в корнеобитаемом слое почвы вместе с корневыми и пожнивными остатками. После разложения этих остатков элементы, содержащиеся в них, становятся доступными растениям со слабой усваивающей способностью корневой системы. Поэтому питательные вещества почвы полнее используются агроценозом в севообороте, чем при бессменном возделывании. Ю. Либих (1936) писал: «Путем чередования колосовых злаков с картофелем и клевером, т. е. с растениями, которые нуждаются в ином соотношении питательных веществ и которые способны брать нужные им питательные вещества из почвенных слоев, до которых не доходят корни колосовых, мы обеспечиваем себе возможность собирать с одного и того же поля большее количество растительного органического вещества растений».

Сельскохозяйственные культуры по-разному влияют и на биогенность почвы. Численность и видовой состав в почве грибов и ризосферных бактерий меняется в результате смены возделываемых растений. По общему количеству ризосферных микроорганизмов А.Н. Каштанов (1988) расположил культуры в следующем убывающем порядке: эспарцет - горох - кукуруза - озимая пшеница - ячмень. Поэтому при чередовании культур в севообороте при поступлении в почву растительных остатков различного химического состава их разложение активизируется, происходит новообразование гумуса, что создает более высокий уровень эффективного плодородия почвы.

При монокультуре отмечается снижение активности микробиологических процессов, имеет место биологическое закрепление азота. Поэтому при посеве зерновых по зерновым приходится вносить большие дозы азотных удобрений, что в свою очередь ведет к повышению содержания в хозяйственной части урожая вредных для организма человека и животных нитратов. Одновременно в почве накапливаются полуразложившиеся остатки зерновых культур, на которых поселяется грибная микрофлора, многие компоненты которой выделяют токсич-

ные вещества. Вот почему монокультура зерновых имеет негативные последствия как для их урожайности, так и для плодородия почвы.

С другой стороны, биомасса таких культур, как бобовые, корнеплоды, содержит повышенное количество азота. Послеуборочные остатки этих культур интенсивно разлагаются, вследствие чего происходит быстрое высвобождение питательных веществ. Вследствие этого при чередовании культур разных групп, например, озимые зерновые с горохом или люпином, корнеплоды с ячменем, за счет азота бобовых и корнеплодов повышается биогенность почвы, возрастает количество в ней микроорганизмов, обеспечивается разложение биомассы зерновых. Следовательно, повышение биогенности почвы, достигаемое чередованием культур в севообороте, усиливает круговорот веществ, исключает возможность накопления токсинов и проявления почвоутомления. Севооборот создает благоприятное соотношение между процессами новообразования и разложения гумусового фонда почвы, что обеспечивает рост ее плодородия (Шелюто А.А., 1988).

Помимо азота имеются существенные различия в потреблении и выносе культурами из почвы и других элементов минерального питания растений. Так, фосфора значительно больше, чем другие культуры, потребляют из почвы картофель, бобовые, а также пшеница и рожь. Калий в больших количествах потребляется из почвы картофелем, сахарной свеклой, кормовыми корнеплодами, овощами и хлопчатником. Повышенным потреблением кальция, серы и магния отличаются кукуруза, картофель, сахарная свекла и бобовые культуры.

В.И. Демкиным (1999), установлено, что использование питательных веществ из почвы озимой пшеницей резко различается в зависимости от предшествующей культуры. После горохо-овсяной смеси из почвы использовано 45,1–48,0 % P_2O_5 и 7,1–7,8 % K_2O , после гороха – соответственно 39,4–40,7 и 6,0–7,0 %. При размещении озимой пшеницы после пшеницы, а также после кукурузы на силос происходит значительное снижение использования питательных веществ из почвы: коэффициент использования P_2O_5 после озимой пшеницы составил 27,5–33,7 %, K_2O - 4,8–5,5 %, при размещении после кукурузы на силос - соответственно 19,4–31,8 и 5,5–6,0 %.

По количеству органического вещества, оставляемого в почве, растения полевой культуры располагают в следующей убывающей последовательности: для Нечерноземной зоны - многолетние травы - кукуруза на силос - озимые зерновые - яровые зерновые - зернобобовые культуры - картофель; для лесостепной зоны - многолетние травы - озимая пшеница - кукуруза на зерно и на силос - яровые зерновые - подсолнечник - зернобобовые культуры - сахарная свекла (Лошаков В.Г., 2004).

С помощью изменения структуры посевных площадей можно регулировать поступление растительных остатков в почву, а также степень их гумификации и минерализации. Непрерывное возделывание пропашных культур без внесения органических удобрений неизбежно приводит к уменьшению содержания в почве гумуса, тогда как бессменная культура многолетних трав увеличивает его накопление и вызывает недостаток

растворимых минеральных соединений питательных элементов. Количество растительных остатков, поступающих в почву за ротацию севооборота, можно увеличить путем посева промежуточных культур, которые в южных районах достаточного увлажнения или при орошении оставляют в 0–40 см слое почвы до 10 т/га растительных остатков, в юго-западной части Нечерноземной зоны - до 4–5 т/га (Воробьев С.А., 1991).

Экономические причины необходимости чередования культур обусловлены тем, что в результате повышения урожайности культур в севообороте по сравнению с повторными и бессменными посевами увеличивается выход продукции с 1 га севооборотной площади (табл. 3; Лошаков В.Г., 2004).

Таблица 3 - Урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте и при монокультуре, т/га

Культура	Без удобрений			С удобрениями		
	моно-культура	севооборот	прибавка от севооборота, %	моно-культура	севооборот	прибавка от севооборота, %
Озимая пшеница	2,03	3,38	6,65	2,88	4,42	5,34
Яровая пшеница	1,26	1,89	5,00	1,87	2,51	3,42
Озимая рожь	1,11	1,92	7,30	2,23	3,07	3,77
Ячмень	1,31	1,98	5,11	2,26	2,97	3,14
Овес	0,92	1,42	5,43	1,43	1,86	3,00
Картофель	10,94	14,05	2,84	18,94	23,05	2,17
Кукуруза на силос	16,47	19,95	2,11	29,21	31,37	0,74
Сахарная свекла	6,99	16,99	14,30	18,18	30,18	6,60

Для получения высоких урожаев в севообороте, исходя из принятой структуры посевных площадей, устанавливают чередование культур так, чтобы каждой из них соответствовал лучший предшественник. При прочих равных условиях в основе оценки сельскохозяйственных культур как предшественников лежит их влияние на:

- физические, химические и биологические показатели плодородия, на водный режим почвы;
- рост, развитие растений и урожайность последующих культур севооборота, на качество урожая;
- фитосанитарный потенциал севооборота;
- общую продуктивность севооборота, с учетом почвозащитной и экологической роли.

На сегодняшний день существующие севообороты не обеспечивают в полной мере экологическую безопасность ведения земледелия. В связи с чем сейчас стоит остро вопрос не только об адаптации севооборотов к местным почвенно-климатическим условиям, но и об увязке их с особенностями ландшафтов. В ландшафтном земледелии специфическая функция севооборотов состоит в том, что с помощью изменения состава, чередования и размещения культур организуется управление режимами

использования, превращения и распределения природных и антропогенных потоков веществ и энергии. Чередование культур на конкретном поле обеспечивает рациональное использование агроценозами факторов жизни растений во времени, а особенности ландшафта влияют на перераспределение воды, тепла, питательных веществ на территории.

В Центральной Черноземной полосе Российской Федерации, по данным В.Г. Минеева (1973), в среднем за 5 лет урожай озимой пшеницы составил при посеве ее по черному пару 39 ц, после зернобобовых культур - 33,3, после кукурузы, убранной в фазе выметывания, - 32,9, после кукурузы, убранной в начале молочно-восковой спелости, - лишь 27,8 ц/га. При размещении же пшеницы повторно по озимой пшенице получено только 24 ц/га. На Кубани в среднем за 3 года урожай озимой пшеницы в зависимости от предшественников составил: после люцерны - 49,2 ц/га, по гороху - 48,7, после озимой пшеницы - 37,2, сахарной свеклы - 29,4, подсолнечника - 28,3, после кукурузы на силос - 29, кукурузы на зерно - 25,5 ц/га (Казанкова В.И., 1971).

Удобрения в определенной степени сглаживают различия между бессменными посевами и севооборотом и снижают эту разницу до 30,0–34,2 % у яровых и до 34,2–53,4 % у озимых зерновых культур. Это, по мнению В.Г. Лошакова (2004), открывает возможность повторных посевов зерновых культур на высоком фоне удобрений и после хороших предшественников в севообороте. С помощью севооборота, в сочетании с удобрениями, обработкой почвы, устойчивыми сортами можно снизить численность сорняков, вредителей, возбудителей болезней до уровня их безвредности (порог вредоносности) и отказаться от применения большого количества пестицидов, что снизит себестоимость производимой растениеводческой продукции и благоприятно отразится на экологии региона. В условиях рыночной экономики и острой конкуренции это весомый экономический аргумент в пользу преимуществ севооборота.

При переходе к экологически и экономически сбалансированным высокопродуктивным и устойчивым агроландшафтам роль правильного подбора культур и составления севооборотов как определяющего фактора воспроизводства плодородия почв возрастает. Севооборот служит организирующим началом экологически чистого землепользования как внутри хозяйства, так и за его пределами в границах единых агроландшафтов.

В заключение следует подчеркнуть, что научно обоснованный севооборот - наиболее экологичный и экономически дешевый способ борьбы с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, сохранения и повышения плодородия почв, экономии удобрений и повышения урожайности.

На современном этапе земледелия оценку севооборота необходимо проводить с позиций биологизации по таким критериям, как регулирование режима органического вещества почвы и элементов питания, поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы и водного баланса, предотвращение эрозии и дефляции, регулирование фитосанитарного состояния агрофитоценозов и почвы. (Шеуджен А.Х., Харитонов Е.М., Галкин Г.А., Тхакушинов А.К., 2001).

2. ПОНЯТИЕ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ

Система удобрения - это агрономически и экономически наиболее эффективное и экологически безопасное применение агрохимических средств в агроэкосистемах и агротехнологиях, основанное на знании свойств и взаимоотношений системы почва–климат–удобрения–растения. Ее разрабатывают на основе организационно-хозяйственного плана, достижений агрономической науки и передового опыта. При разработке системы удобрений руководствуются основными законами земледелия:

- автотрофности зеленых растений;
- равнозначности и незаменимости факторов жизни растений, в т. ч. элементов питания, которые не могут быть взаимозаменяемыми и взаимокompенсироваться;
- минимума или ограничивающего урожайность фактора, в т. ч. элемента минерального питания, находящегося в минимуме, устранение недостатка которого приводит к повышению урожайности до величины, пока другой элемент питания не окажется в минимуме;
- толерантности: ограничивающее влияние на урожай оказывает не только недостаток, но и избыток факторов;
- возврата элементов питания, особенно при недостаточном их содержании в почве, без чего невозможно повышение плодородия почв, урожайности, улучшение качества продукции и агроэкологических условий;
- соответствия культуры земледелия уровню социально-экономического развития общества;
- совокупного действия факторов жизни растений, предусматривающего оптимальное и гармоничное соотношение всех факторов, в т. ч. сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами для обеспечения высокой продуктивности и устойчивости земледелия при хорошем качестве урожая;
- соответствия растительного сообщества своему местообитанию и необходимости соблюдения правильного чередования сельскохозяйственных культур во времени и пространстве.

Система удобрений включает:

- научно-организационную систему использования удобрений и химических мелиорантов в различных категориях хозяйств;
- систему применения агрохимических средств в севообороте как важнейшее звено научной системы земледелия;
- систему удобрения отдельных культур севооборота.

Система удобрения в хозяйстве - это комплекс агроэкологических, мелиоративных и организационно-экономических мероприятий по дифференцированному использованию удобрений и химических мелиорантов в севооборотах, многолетних насаждениях, лугах и пастбищах, направленных на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающий устойчивость агроландшафта и воспроизводство плодородия почвы.

Цель системы удобрения - реализация биоклиматического и генетического потенциала выращиваемых сельскохозяйственных культур по количеству и качеству получаемой продукции и усиление экологических функций агрохимии в агроэкосистемах.

Задачами системы удобрения в хозяйстве являются:

- получение высоких и устойчивых урожаев возделываемых культур и улучшение качества получаемой продукции;
- регулирование круговорота и баланса биогенных элементов в агроценозе;
- воспроизводство плодородия, улучшение свойств и гумусного состояния почв;
- оптимизация химических, физических и биологических процессов, а также увеличение в почвах содержания доступных растениям форм элементов питания, с учетом потребности выращиваемых культур;
- создание оптимальных условий питания и обмена веществ в процессе вегетации культурных растений;
- повышение устойчивости агроценоза к экстремальным условиям окружающей среды - устойчивость к высоким и низким температурам, засухе, полеганию, переувлажнению, засолению и загрязнению почв, болезням и вредителям;
- получение сертифицируемой продукции культур севооборота при контроле за изменением агрохимических показателей плодородия почв;
- рост экономической эффективности применения агрохимических средств, производительности труда всех работников организационно-хозяйственной управленческой деятельности - специалистов, руководителей, землепользователей;
- соблюдение требований по охране окружающей среды от загрязнения.

Степень достижения цели системы удобрения и указанных задач изменяется от биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных растений, почвенно-климатических условий, культуры земледелия, количества и качества применяемых удобрений и химических мелиорантов, т. е. от факторов жизни и продуктивности возделываемых культурных растений.

Система удобрения в хозяйстве включает следующие звенья:

- накопление, приобретение, хранение, учет удобрений и химических мелиорантов;
- рациональное распределение агрохимических средств по объектам использования (севообороты, защищенный грунт, многолетние насаждения, луга, пастбища);
- подготовка, транспортировка и внесение удобрений и химических мелиорантов при комплексной механизации этих процессов в соответствии с принятой технологией возделывания культур, т. е. необходима тесная увязка всех мероприятий по применению агрохимических средств с общей организационно-хозяйственной деятельностью предприятия;
- контроль за действием удобрений и химических мелиорантов, учет их агрономической и экономической эффективности.

Основными факторами, определяющими агроэкономическую ценность системы применения удобрений, является разработка на высоком научном уровне организационно-хозяйственных мероприятий, полное соответствие комплексов машин прогрессивным технологиям производства сельскохозяйственной продукции с учетом различных типов товаропроизводителей и форм организации труда, а также правильное распределение удобрений по культурам. Последнее требует внимательного учета почвенно-климатических условий, специализации хозяйства, агротехники возделывания культур, ассортимента применяемых удобрений и биологических особенностей питания культур севооборота. В хозяйствах с установившимися севооборотами необходимо принимать во внимание соотношение и порядок чередования культур.

Практически все исследования по применению и разработке систем удобрений в Российской Федерации выполнены на базе крупных многоотраслевых сельскохозяйственных предприятий. В настоящее время в условиях рыночной экономики и новых земельных отношений особенно остро стоит вопрос о сохранении плодородия почв, применения удобрений, проведении почвозащитных и мелиоративных мероприятий, охраны окружающей среды. Это обусловлено, прежде всего, различием форм хозяйствования, специализацией предприятий, их размерами, финансовыми возможностями, материально-технической базой, обеспеченностью высококвалифицированными кадрами. Наличие мелких землепользований, а в большей мере недалековидная политика государства в области сельского хозяйства, которая привела к ликвидации крупных хозяйств, и отсутствие надлежащего контроля за ведением сельскохозяйственного производства, привели к резкому сокращению применения удобрений, особенно органических, севообороты практически повсеместно были нарушены, мелиоративные мероприятия по сохранению и повышению почвенного плодородия сведены к минимуму. При этом надо помнить, что агрохимическое обеспечение земледелия это самый мощный фактор повышения эффективности, в частности рентабельности, сельскохозяйственного производства. Оно не только обеспечивает рост урожайности и валового производства продукции, но и выполняет почвозащитные и экологические функции. В связи с этим разработка системы удобрения является обязательным для любого сельхозтоваропроизводителя.

Прежде чем приступить к составлению системы удобрения хозяйства, необходимо:

- установить структуру сельскохозяйственных угодий и посевных площадей, наличие севооборотов и их специализацию, ассортимент выращиваемых культур, их урожайность и сортовой состав;

- оценить почвенно-климатические условия, уровень потенциального и эффективного плодородия почв по данным комплексной агрохимической оценки, биологический потенциал агроландшафта и агроэкологические параметры земель по их пригодности к возделыванию сельскохозяйственных культур, определить биотические и абиотические факторы, лимитирующие рост урожая, а также возмож-

ность и последовательность их устранения посредством агротехнических, мелиоративных и агрохимических мероприятий;

- провести анализ результатов хозяйственной деятельности предприятия: специализация, фактические и планируемые показатели выхода товарной продукции, структура производственных затрат, рентабельность;

- изучить потребительский спрос на сельскохозяйственную продукцию, объемы и цены реализации, уделяя особое внимание прогнозу изменений на потребительском рынке;

- выбрать направление хозяйственной деятельности и набор выращиваемых культур, обеспечивающий соблюдение чередования культур, не допускающий накопление в почве возбудителей болезней, вредителей и семян сорной растительности;

- наметить базовые технологии возделывания выбранных видов сельскохозяйственных культур и запланировать мероприятия по их адаптации к конкретным почвенно-климатическим условиям;

- провести агроэкономический анализ итогов предшествующего использования удобрений в хозяйстве при сложившихся системе земледелия и уровня агротехники и по его результатам оценить состояние и наметить перспективы развития материально-технической базы химизации, включая выбор организационных форм агрохимического обслуживания, учет необходимости и объемов химической мелиорации почв;

- установить возможный выход навоза, птичьего помета, различных видов компоста и других органических удобрений в хозяйстве с учетом перспектив развития животноводства;

- разработать проект размещения органических удобрений в севообороте и на участках вне его с определением их реальных доз и учетом биологических особенностей отдельных культур и их отзывчивости на удобрения в данных почвенно-климатических условиях. Выбор культур, удобряемых навозом, определяется их значением в данном хозяйстве;

- оценить материально-технические возможности обеспечения потребности в минеральных удобрениях. Для этого подсчитывают потребность в минеральных туках, исходя из реальных экономических возможностей хозяйства с учетом цен на удобрения и поставляемого ассортимента, объемов обеспеченности органическими удобрениями. Исходя из возможностей хозяйства, а также с учетом потребностей рынка и цены реализации сельскохозяйственной продукции рассчитывают экономически выгодный уровень урожайности каждой культуры севооборота. Дозы удобрений корректируются с учетом планируемой урожайности, естественного плодородия почвы и предшественника.

Система удобрения в хозяйстве должна базироваться на принятых научно-обоснованных специализированных севооборотах и бездефицитном балансе элементов питания и гумуса в почве. Она эффективна лишь в том случае, если учтен весь зонально-провинциальный агрокомплекс - от сорта, севооборота до агротехники - с учетом технологии выращивания каждой сельскохозяйственной культуры. Таким образом, система удобрения в хозяйстве представляет собой генеральную схему ор-

ганизационно-хозяйственных мероприятий на определенный срок (в соответствии с перспективными планами развития хозяйства), которая конкретизируется в системе удобрения в севооборотах и культуре.

Количественно система удобрения в хозяйстве характеризуются объемом органических (в тоннах) и минеральных (в кг д.в.) удобрений в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий. Качество системы удобрения хозяйства характеризуют показатели агрономической и экономической эффективности использования удобрений. Об уровне агрономической эффективности удобрений в целом по хозяйству судят по окупаемости прибавкой урожая всех культур (в кормовых единицах) 1 т органических и 1 кг д. в. минеральных удобрений (сумма NPK). К показателям экономической эффективности относят чистый доход с 1 га, рентабельность, а также окупаемость затрат, связанных с применением удобрений.

Система удобрения севооборота - это научно обоснованный, детально разработанный план распределения удобрений и химических мелиорантов, рассчитанный на полную ротацию севооборота, в котором предусматриваются виды, формы, дозы, сроки и способы внесения удобрений в зависимости от физиологических особенностей питания культур, их чередования в севообороте, почвенно-климатических условий, экономики хозяйства и охраны окружающей среды. Планом учитывается также количество органических удобрений в хозяйстве, насыщение пашни минеральными удобрениями и предусматривается правильное сочетание их. Сочетание органических и минеральных удобрений создает, как отмечал основатель отечественной школы агрохимиков Д.Н. Прянишников (1934), идеальные условия для питания растений на всех стадиях их развития.

Система удобрения в севообороте является частью общей системы удобрения в хозяйстве. В ее основе должно быть наличие освоенных научно обоснованных севооборотов в хозяйстве. Это объясняется следующими причинами:

- во-первых, в связи с различным строением корневой системы сельскохозяйственных культур и их способностью по-разному усваивать труднорастворимые формы элементов питания почвы и внесенных удобрений, при чередовании культур в севообороте достигается более полное усвоение питательных веществ, чем при их бессменном возделывании;

- во-вторых, в севообороте создаются более благоприятные условия для проведения комплексных мер борьбы с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, чем в монокультуре.

При разработке системы удобрения в севообороте необходимо:

- рассчитать вынос элементов питания планируемым урожаем сельскохозяйственных культур;

- установить по данным хозяйственного выноса элементов питания планируемым урожаем и интенсивностью баланса потребность сельскохозяйственных культур севооборота в удобрениях;

- определить общую потребность всех культур севооборота в минеральных туках с учетом внесения органических удобрений и поступления биологического азота;

- рассчитать дозы удобрений для получения планируемого урожая отдельно под каждую культуру севооборота;
- рассчитать для оптимизации баланса питательных веществ в севообороте поправочные коэффициенты к нормативным затратам азота, фосфора и калия;
- определить дозы минеральных удобрений для культур севооборота с учетом баланса питательных веществ в почве;
- установить наиболее рациональные сроки и способы внесения удобрений с учетом агрохимической характеристики почв и особенностями возделываемых культур;
- распределить удобрения между полями и культурами на основе принятых схем размещения в севообороте и годовых планов их применения;
- дифференцировать использование доз удобрений для каждого поля севооборота в зависимости от предшественника, последствия ранее внесенных удобрений и данных агрохимической характеристики почв.

При составлении системы удобрения в севообороте необходимо учитывать влияние корневых и пожнивных остатков возделываемых культур. Наиболее сильное последствие показывают корневые и пожнивные остатки бобовых культур.

С помощью системы удобрения решается задача получения максимально возможной продуктивности севооборота, высоких и устойчивых урожаев всех культур, а также обеспечивается производство биологически полноценной растениеводческой продукции необходимого технологического и коммерческого (товарный вид, конкурентоспособность) качества, рациональное использование плодородия почвы и пути его повышения при агрономически и экономически выгодном применении удобрений, сохранение и улучшение естественной экологической обстановки в агроценозах. Решение проблемы повышения плодородия почвы при этом должно пониматься не как механическое увеличение его слагаемых, а как разрешение проблемы оптимизации условий минерального питания культур севооборота, обеспечивающих прогрессивное возрастание их урожайности и улучшение качества продукции. Это на практике означает устранение факторов, оказывающих отрицательное влияние на жизнедеятельность и продуктивность культурных растений (гипсование - солонцовых, известкование - кислых, орошение - засушливых и удобрение - малоплодородных почв; участки с высоким рН подлежат кислованию, пески - глинованию, тяжелые по гранулометрическому составу почвы - пескованию). Отсюда система удобрения в севооборотах на каждом своем этапе должна решать разные по характеру задачи - последовательно устраняя отрицательное влияние факторов, ограничивающих рост и развитие растений, и тем самым решая задачу воспроизводства плодородия почвы и повышения продуктивности культур севооборота. В связи с этим на определенном этапе развития сельскохозяйственного производства нет ни какой нужды повсеместно достигать положительного баланса по всем элементам минерального питания растений без учета закона минимума, оптимума и максимума.

Конкретное содержание системы удобрения зависит от особенностей почвенно-климатических условий, которые в значительной степени обуславливают потенциальные возможности сельскохозяйственных культур, специализацию хозяйств, уровень применения и эффективность удобрений.

При разработке системы удобрения в севообороте необходимо учитывать систему почвозащитной обработки почвы, особенности предшественников, количество поступающих в почву пожнивных и корневых остатков, их влияние на агрохимические, водно-физические свойства, микробиологическую активность, специфическую отзывчивость отдельных культур на элементы питания на разных почвах. Поэтому система удобрений в севообороте отражает научно обоснованную оптимизированную систему удобрения каждой культуры данного севооборота (Минеев В.Г., 2004).

Система удобрения в севообороте должна совершенствоваться и корректироваться в зависимости от изменения плодородия почвы, имеющихся в хозяйстве ресурсов и средств химизации, внедрения новых высокопродуктивных сортов и технологических приемов, а также требований охраны окружающей среды.

Количественно систему удобрения севооборота характеризует средняя насыщенность одного гектара севооборотной площади органическими (т) и минеральными (кг д. в.) удобрениями, качественно - окупаемость 1 кг д. в. минеральных и 1 т органических удобрений урожаем всех культур севооборота в пересчете на кормовые единицы.

В общей схеме системы удобрения, составляемой для хозяйства и на ротацию каждого севооборота, сенокосов, пастбищ, многолетних насаждений, принимается во внимание средний уровень плодородия почвы на всей площади севооборота (объекта) и не учитываются различия в плодородии отдельных полей, а также складывающихся погодных условий. Эту задачу решают при ежегодном составлении плана использования удобрений на основе системы удобрения в соответствии с фактическим размещением культур в севообороте, почвенно-агрохимической характеристикой каждого отдельного поля, обеспеченности минеральными и органическими удобрениями и средствами механизации для их внесения. Таким образом, годовой план применения удобрений в хозяйстве является составной, неотъемлемой частью системы удобрения, конкретным воплощением системы удобрения культур.

Система удобрения культур - научно обоснованная технология применения минеральных и органических удобрений с учетом предшественника, почвенно-климатических условий (агрохимической характеристики почв, их естественного плодородия и состояния погоды конкретного года) и биологических особенностей культуры и сорта. Она включает в себя определение потребности культуры в органических и минеральных удобрениях, выборе видов и форм удобрений, установлении приемов, способов и сроков внесения, оплаты удобрений прибавкой урожая. Следовательно, система удобрения отдельных культур является составной частью системы удобрения севооборота в целом и представ-

ляет собой годовой план применения удобрений, в котором предусматриваются конкретные уточненные дозы, формы, сроки и способы их внесения с учетом уровня планируемых урожаев, агротехнологий, погодных условий, биологических особенностей культур и чередования их в севообороте. Количественно ее характеризует доза внесения удобрений в расчете на 1 гектар, качественно - оплата 1 кг д. в. NPK и 1 т органических удобрений прибавкой урожая (в кг).

Система удобрения отдельных культур в севообороте должна решать две крупные взаимосвязанные задачи: установить наиболее эффективные способы и сроки внесения удобрений, а также их материально-техническое обеспечение; разработать систему удобрения конкретной сельскохозяйственной культуры с учетом комплекса условий с целью реализации потенциальной продуктивности данной культуры и воспроизводства плодородия почвы. Основная задача комплекса приемов по внесению удобрений - обеспечение оптимальных условий питания растений в течение всей вегетации. При этом важно знать потребность культуры в отдельных элементах питания по фазам вегетации и возможность размещения их в корнеобитаемом слое почвы.

В.Г. Минеев (2004) пишет: «Система удобрения в севообороте и отдельных культур находится в тесной неразрывной связи. Если на основе оптимизации питания растений макро- и микроэлементами разработана система удобрений, позволяющая реализовать потенциальную продуктивность культуры севооборота, то и от севооборота в целом будет получена максимальная продуктивность. Однако между системой удобрения отдельной культуры и севооборотом нельзя ставить знак равенства, т. к. культуры севооборота существенно различаются: по отзывчивости на отдельные макро- и микроэлементы и их соотношения в зависимости от характера корневой системы и биологических требований к формам азотных и фосфорных удобрений, способам заделки удобрений, к органическим удобрениям, известкованию, кислотности почвы. Система удобрений в севообороте - это не просто суммирование удобрений отдельных культур, а сложное взаимодействие биологических, физиолого-биохимических факторов растений с физическими, физико-химическими и биологическими факторами самой почвы и воздействиями человека на условия роста и развития растений».

В производственных условиях в зависимости от специализации хозяйства, удаленности полей от животноводческих ферм и численности скота фактически формируются три типа системы удобрения:

- комбинированная, основанная на сочетании органических удобрений с минеральными;
- органическая, предусматривающая использование навоза с максимальной локализацией площадей применения и предельно допустимыми нормами нагрузки его на гектар пашни и сельскохозяйственных угодий;
- минеральная, основанная на применении минеральных удобрений, в которых органическое вещество почвы пополняется за счет корневых и пожнивных остатков культур севооборота, главным образом многолетних трав, заправки сидератов и соломы.

3. ПИТАНИЕ И УДОБРЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

3.1. Зерновые культуры

Зерновые культуры – важнейшая группа возделываемых растений, дающих зерно, – источник основного продукта питания человека – хлеба, сырья для многих отраслей промышленности и кормов для сельскохозяйственных животных. Зерновые культуры подразделяют на: 1) хлебные злаки – пшеница, рожь, ячмень, овес, рис, кукуруза, сорго, просо (последние 4 культуры обычно выделяют в отдельную группу - крупяные); 2) зерновые бобовые культуры – также многочисленная и распространенная группа растений с зерном, богатым белком. К зерновым культурам относят и гречиху, плоды которой используют для получения крупы. Ведущая роль среди зерновых культур принадлежит хлебным злакам.

3.1.1. Кукуруза

Кукуруза [маис] (*Zea mays L.*) – вид однолетних растений семейства злаков (Poaceae). По внутреннему строению и морфологии зерна делится на 9 ботанических групп: кремнистая (*Z. mays indurata Sturt.*); зубовидная (*Z. mays indentata Sturt.*); полужубовидная (*Z. mays semidentata Kulesch.*); лопающаяся (*Z. mays everta Sturt.*); сахарная (*Z. mays saccharata Sturt.*); крахмалистая или мучнистая (*Z. mays amylacea Sturt.*); крахмалисто-сахарная (*Z. mays amyleosaccharata Sturt.*); восковидная (*Z. mays ceratina Kulesch.*); пленчатая (*Z. mays tunicata Sturt.*)

Распространение. Кукуруза обладает огромной потенциальной продуктивностью, позволяющей формировать рекордные урожаи зерна и зеленой массы. Ее возделывают в странах Северной и Южной Америки, Азии, Европы, Африки и Океании. В Российской Федерации основные посевы этой культуры сосредоточены в Краснодарском и Ставропольском краях, Центрально-Черноземной зоне и Поволжье. Кроме того на силос и зеленый корм ее выращивают еще и в Нечерноземной зоне, Сибири и на Дальнем Востоке.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лучшими для возделывания кукурузы являются суглинистые почвы с хорошей водоудерживающей способностью и воздухопроницаемостью. Самые высокие урожаи она дает на темно-каштановых почвах, черноземах и наносных почвах речных долин. Почвы тяжелые по гранулометрическому составу, легко уплотняющиеся, засоленные, легко переувлажняющиеся в связи с близким залеганием грунтовых вод, с повышенной кислотностью менее пригодны для возделывания кукурузы. Оптимальная реакция почвенного раствора для нее находится в интервале $pH=6,5-8,2$ (табл. 4; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Кукуруза лучше произрастает и формирует урожай с высоким его качеством на тех почвах, которые по составу питательных веществ наиболее полно отвечают типу обмена веществ в растении. Плодородные черноземы с высоким содержанием гумуса и азота более пригодны

для зерновых культур, в т. ч. кукурузы, с белковым типом обмена веществ, а подзолистые почвы – для культур с углеводным типом обмена. В районах с благоприятными климатическими условиями влияние особенностей почвы заметно ослабляется. Так, в условиях достаточного увлажнения кукуруза прекрасно мирится с повышенной плотностью почв. В Краснодарском крае на глинистых слитых почвах получают урожаи не меньше, чем на выщелоченных и типичных черноземах, отличающихся рыхлостью и хорошей оструктуренностью. Плотность корнеобитаемого слоя почвы порядка 1,45–1,55 г/см³ не оказывает на почвах Кубани заметного угнетающего воздействия на жизнедеятельность и продуктивность кукурузы, хотя оптимальной для нее является 1,2–1,4 г/см³ (Вальков В.Ф., 1986).

Таблица 4 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для кукурузы

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–3	3–8	не установлен
pH водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,5	8,2–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,70
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	30–45	45–70	70–80
Обменный Na, % от ЕКО	не установлен	2–3	не установлен
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	не установлен	0,1–0,2	0,2–0,4
Содержание CaCO ₃ , %	не установлен	0–5	5–10

На создание 1 ц зерна с соответствующим количеством листостебельной массы растения кукурузы потребляют 2,4–3,0 кг азота, 1,0–1,2 кг фосфора и 2,5–3,0 кг калия. При урожае зерна 50–60 ц/га или зеленой массы 500–600 ц/га эта культура извлекает из почвы 150–180 кг азота, 60–70 кг P₂O₅ и 160–190 кг K₂O.

Растения кукурузы потребляют питательные вещества из почвы на протяжении почти всего вегетационного периода (табл. 5; Лисовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.Н., 1989).

Таблица 5 – Динамика накопления сухого вещества и потребления элементов питания растениями кукурузы, % от максимального

Фаза вегетации	Сухое вещество	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
4–5 листьев	0,1	0,3	0,2	0,2
9–10 листьев	1,2	4,2	2,5	4,4
Выбрасывание метелки	24,2	43,5	33,3	69,0
Цветение	35,0	61,4	61,0	78,6
Спелость: молочная	80,0	89,1	87,8	95,0
восковая	100,0	100,0	94,4	100,0
полная	94,0	93,3	100,0	81,8

Поглощение элементов питания растениями кукурузы в общем соответствует ходу накопления сухого вещества. Азот, фосфор и калий поступают в растения с различной скоростью, и это наблюдается уже на самых ранних этапах онтогенеза. Так, в период прорастания семян – формирование проростков кукурузы из почвы наиболее интенсивно поглощается калий: содержание его увеличивается в 8–10 раз – с 0,5 % в семенах до 5 % в проростках, тогда как содержание азота за этот период возрастает в 2,8 раза. В дальнейшем поступление калия в растения идет опережающими темпами по сравнению с накоплением сухого вещества. Поглощение калия достигает максимума за 10–12 дней до фазы выметывания растений кукурузы и затем начинает быстро убывать, а сухая масса продолжает интенсивно нарастать. В связи с этим относительное содержание калия в растениях постепенно снижается. К молочной спелости зерна растения кукурузы поглощают до 95 % калия от максимального потребления, а после окончания этой фазы поступление его в растения прекращается. Наибольшая потребность растений кукурузы в калии наблюдается в период выбрасывания метелок, цветения и налива зерна.

Азот поглощается растениями кукурузы в начале вегетации весьма интенсивно, хотя и не так быстро, как калий. Наибольшая скорость поглощения этого элемента наступает в период выметывания–цветения початков и затем начинает постепенно снижаться. Поступление азота в растения полностью прекращается в фазу восковой спелости зерна.

Фосфор потребляется растениями кукурузы в значительно меньших количествах, чем азот и калий. Причем, этот элемент поглощается растениями медленнее и равномернее, особенно в период всходы–цветение, после чего он поступает более высокими темпами, вплоть до окончания вегетации. Максимум содержания фосфора в листьях кукурузы приходится на первые 10 дней после фазы цветения растений; после чего, до конца вегетации, отмечается его снижение. В стеблях максимальное содержание фосфора наблюдается несколько раньше, чем в листьях. Динамика накопления фосфора в обертках початков примерно такая же, как в листьях.

На формирование и налив зерна кукурузы используется до 59 % азота, 36 % фосфора и 82 % калия за счет реутилизации из вегетативных органов растения, а остальное поступает из почвы. Надо иметь в виду, что поступление азота и фосфора в зерно, как правило, идет непосредственно из корней в зерно, а по пути: почва—корни—стебель—листья—стебель—початок—зерно (Володарский Н.И., 1975).

В развитии растений кукурузы выделяют два важных периода по отношению к элементам питания: период образования 5–7 листа и период от появления 9–10 листа до полного выбрасывания метелки. В первый из названных периодов происходит закладка репродуктивных органов растений. От наличия элементов питания, особенно фосфора, зависит количество початков на растении и количество на них зерен. В это время кукуруза растет слабо, элементов питания использует мало. Корневая система ее еще недостаточно развита и не может извлекать питательные вещества из труднодоступных соединений. В первые месяцы

80 % фосфатных ионов достигают поверхности корней кукурузы благодаря диффузионному передвижению по градиенту концентрации и лишь 20 % соприкасаются с корнями вследствие непрерывного роста последних и передвижения к ним H_2PO_4^- и HPO_4^{2-} с массовым потоком воды, возникающим в почве в результате транспирации растениями. Поэтому кукуруза в это время очень требовательна к наличию в почве легкоусвояемых форм фосфора. Через 10–15 дней после появления всходов кукурузы наступает критический период в отношении фосфора. При его недостатке листья становятся темно-зелеными, с краев приобретают фиолетовую окраску, начиная с верхушки, становятся коричневыми и отмирают. На нижних листьях эти признаки более заметны. Початки образуются небольшие, часто уродливой формы с искривленными рядами зерен. При умеренном голодании растений признаки отставания в росте и изменения в окраске могут исчезнуть в фазу 6–10 листьев. Холодная, дождливая погода после появления всходов усиливает признаки фосфорного голодания растений кукурузы. Последствия недостатка этого элемента в начале вегетации не могут быть компенсированы за счет внесения его в более поздние сроки. Избыточное фосфорное питание растений кукурузы задерживает ростовые процессы, ускоряет развитие и несколько снижает урожай вегетативной массы и зерна. Оптимизация питания растений фосфором стимулирует развитие корневой системы, усиливает использование растением элементов питания из почвы и удобрений, ускоряет закладку репродуктивных органов, повышает засухоустойчивость, количество и качество урожая кукурузы.

Второй период (9–10 листьев) характеризуется интенсивным ростом растений кукурузы. Он длится 17–20 дней. За такое короткое время накапливается основная биомасса растения и используется значительное количество элементов питания: азота и фосфора – 50 %, калия – 70 % от общего потребления. Этот период является критическим для кукурузы по отношению к азотному питанию. Растения в это время часто испытывают недостаток азота вследствие его выщелачивания из корнеобитаемого слоя и слабой минерализации азотсодержащих органических соединений почвы. Недостаток азота на ранних этапах развития растений, особенно в холодные весны, замедляет развитие кукурузы, задерживает образование метелок. При недостатке этого элемента листья формируются мелкие, светло-зеленой и желтовато-зеленой окраски, постепенно они желтеют и засыхают. Признаки дефицита азота больше заметны на нижних листьях растений. Если голодание растений продолжительное, формируются мелкие початки, или вовсе не образуются. Недостаток азота у растений кукурузы может иметь место не только на неудобренных, бедных почвах и после плохих предшественников, но и в случае переуплотнения почвы от переувлажнения или весенних допосевных обработок по неспелой почве, в результате чего ограничивается поступление воздуха в почву, подавляются процессы нитрификации (Толорая Т.Р. и др., 2003).

При избыточной концентрации азота в почве семена кукурузы медленнее прорастают, появление всходов запаздывает, они бывают изрежен-

ными. В дальнейшем интенсивно развивается вегетативная масса в ущерб урожаю зерна, усиливается расход воды на транспирацию, повышается склонность посевов кукурузы к полеганию, снижается устойчивость растений к вредителям и болезням. Растения-гиганты, как показывает опыт, становятся жертвами засухи во второй половине лета; для образования початков им не хватает влаги. При избытке азота на более поздних этапах вегетации начинают усиленно формироваться боковые побеги (пасынки), а на обертке початков – листовые пластинки. Это ведет к увеличению урожая зеленой массы, но обычно в ущерб урожаю зерна.

Оптимизация питания растений кукурузы азотом оказывает большое влияние на скорость и характер физиологических и биохимических процессов, на рост растений, органообразовательные процессы, сроки прохождения отдельных фаз вегетации, величину, структуру и качество урожая.

Калий играет большую роль в течение всей вегетации кукурузы, способствуя образованию и перемещению углеводов, повышению устойчивости растений к заболеваниям, ускоренному образованию и созреванию зерна. При недостатке этого элемента замедляется передвижение углеводов, снижается синтетическая деятельность листьев, у растений формируются укороченные междоузлия, уменьшается высота, ослабляется корневая система и понижается устойчивость посевов кукурузы к полеганию. Характерный признак недостатка калия у растений кукурузы – краевой «ожог» листьев, при котором края пластинок листьев и верхушки приобретают желтую или желто-коричневую окраску с красными крапинками, напоминающими симптому поражения ржавчиной. При калийном голодании у растений ухудшаются процессы оплодотворения, початки бывают недоразвитыми с пустыми верхушками, созревание зерна задерживается, масса 1000 зерен заметно снижается. На пойменных и торфяных почвах калийное голодание у кукурузы часто проявляется в молодом возрасте, когда растения имеют 4–6 листьев. На глинистых почвах признаки калийного голодания не проявляются.

Помимо макроэлементов растения кукурузы нуждаются в мезо и микроэлементах. Она много потребляет кремния, серы, кальция, магния и железа. Недостаток меди и бора тормозит образование сахаров, витамина С, а нехватка серы сдерживает накопление белка. Особая роль в жизнедеятельности растений кукурузы принадлежит цинку. Он оказывает положительное влияние на жаро-, морозо- и солеустойчивость растений. Кукуруза нуждается в цинке чаще на черноземах. При его недостатке в растениях снижается содержание белкового азота и аминокислоты триптофана. У кукурузы недостаток цинка известен как болезнь «белые ростки» за очень бледную окраску молодых распускающихся листьев вскоре после появления всходов. Признаки цинкового голодания начинают проявляться в фазе 6-7 листьев. Между зелеными жилками листа образуются светлые желтоватые полосы, в дальнейшем на нижних листьях появляются красновато-фиолетовые пятна. По мере роста растений признаки могут сглаживаться, но початки образуются мелкие, плохо развитые. Хлороз, связанный с недостатком цинка, чаще про-

является на почвах с повышенным содержанием подвижного фосфора, или при внесении высоких доз фосфорных удобрений. Это в большей степени характерно для районов северной зоны Краснодарского края и Ростовской области на обыкновенных черноземах и чаще при размещении кукурузы в севообороте после сахарной свеклы. Кремний, кальций и марганец укрепляют механическую ткань стебля, что повышает устойчивость посевов кукурузы к полеганию. Магниевое голодание растений кукурузы может проявиться в ранние фазы, при 4–6 листьях. Магний повышает урожайность зерна и устойчивость к холоду. Нижние листья приобретают светло-зеленую окраску, причем на них наблюдается резкая полосчатость. Зеленые полосы по длине листа (жилки и прилегающие к ним ткани) чередуются с желтыми. У кукурузы, растущей на кислых почвах, часть листьев может иметь красно-фиолетовую окраску, позднее между жилками появляются продолговатые светло-серые и бледно-коричневые пятна. Недостаток в магии наблюдается обычно на кислых дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава. Бор способствует лучшему цветению и завязыванию плодов, увеличивает озерненность початка, повышает урожай и улучшает его качество.

Место в севообороте. Лучшие предшественники кукурузы на Северном Кавказе – озимые зерновые, бобовые и бахчевые культуры, а в районах достаточного увлажнения еще и корнеклубнеплоды. В южно-предгорной зоне Краснодарского края кукурузу можно размещать после сахарной свеклы при условии полного восстановления запасов продуктивной влаги в двухметровом слое почвы в осенне-зимний период (Флоров А.С., 2004). Хорошим предшественником кукурузы на Кубани являются зернобобовые культуры, но практически после них размещают обычно озимую пшеницу. Следует избегать посевов кукурузы, в том числе и силосного назначения по подсолнечнику. Их всегда постигает одна и та же участь: засорение всходами падалицы подсолнечника, острый недостаток влаги в глубоких слоях почвы и в конечном итоге низкий урожай кукурузы.

В степной зоне Северного Кавказа, в центральной и предгорной зонах Краснодарского края, в большей части Ростовской области, Ставропольского края и других кукурузосеющих районах при оптимальных площадях пропашного клина кукурузу размещают после озимых и яровых колосовых культур. Они рано освобождают поля, обладают способностью биологического подавления сорняков, благодаря повышенной кустистости и плотному стеблестою не имеют общих с кукурузой болезней и вредителей. Пожнивные остатки колосовых культур разлагаются в почве быстрее, чем остатки пропашных культур, поэтому при достаточной влажности поле после озимых колосовых легко пашется при хорошем крошении пласта. Кроме того, имеющийся дефицит влаги после колосовых культур практически всегда устраняется осенне-зимними и весенними осадками (Толорая Т.Р. и др., 2003).

В Центрально-Черноземной зоне лучшими предшественниками для кукурузы являются зерновые бобовые культуры, озимые хлеба, картофель,

сахарная свекла (в районах достаточного увлажнения); на Юго-Востоке страны – зерновые, зернобобовые и овощебахчевые культуры; в Нечерноземной зоне, где кукуруза возделывается только на силос, – хорошо удобренные озимые зерновые культуры, картофель и корнеплоды, пласт и оборот пласта многолетних трав; в этой зоне используют также постоянные участки, специально выделенные для возделывания кукурузы.

На плодородных, хорошо окультуренных полях и при внесении удобрений кукурузу можно возделывать повторно в течение нескольких лет. Чем выше культура земледелия, тем продолжительнее может быть выращивание кукурузы на одном поле. Заслуживает внимания рекомендация А.А. Васильченко (1972) чередовать посевы кукурузы на зерно и силос. При таком чередовании уменьшается численность опасного вредителя кукурузы – стеблевого мотылька, размещение посевов кукурузы по кукурузе дает возможность применять триазиновые гербициды, очень эффективные в борьбе против однолетних злаковых сорняков. Использование этих гербицидов при размещении после кукурузы озимой пшеницы связано с риском понижения ее урожая.

Удобрение. Агрохимическое обеспечение посевов кукурузы обязательным условием получения высоких урожаев. Оно предусматривает: 1) возделывание в севооборотах, в которых осуществлено комплексное агрохимическое окультуривание полей; 2) обработку семян протравителями, микроудобрениями и пленкообразующими препаратами; 3) внесение требуемого по периодам роста и развития растений количества минеральных удобрений на основе почвенной и листовой диагностики; 4) программирование высокой урожайности на орошаемых землях.

При подготовке полей отведенных под кукурузу по методу комплексного агрохимического окультуривания в соответствии с проектно-сметной документацией удобрения, химические мелиоранты и средства защиты растений применяют в объемах, необходимых для создания уровня почвенного плодородия, гарантирующего получение запланированной урожайности в течение всей ротации или звена севооборота.

Кукуруза очень отзывчива на внесение навоза и других органических удобрений. При внесении навоза растения лучше переносят неблагоприятные почвенно-климатические условия и быстрее проходят отдельные фазы вегетации. Доза внесения органических удобрений составляют 25–30 т/га на глинистых и 30–40 т/га на песчаных и супесчаных почвах (табл. 6; Мухин А.А., 1984).

Увеличивать дозы навоза сверх рекомендуемых нецелесообразно, так как урожай кукурузы при этом, как правило, возрастает незначительно, а оплата каждой тонны удобрения прибавкой урожая заметно снижается. Лучше вносить навоз в рекомендуемых дозах на большей площади.

Органические удобрения под кукурузу вносят перед основной обработкой почвы. В районах достаточного увлажнения и при орошении хорошо перепревший навоз можно вносить весной под перепашку зяби или культивацию. Слаборазложившийся навоз весной под кукурузу применять не следует. Весенняя глубокая заделка навоза приводит к

резкому снижению его эффективности, а иногда и к уменьшению прироста урожая. Для снижения потерь азота из навоза интервал между внесением и заделкой его в почву должен быть минимальным. Запахивать его следует немедленно, т. к. в течение только одних суток из незапаханного навоза теряется до 30 % азота. В том случае, когда почвы сильно заплывают, органические удобрения вносят под перепашку зяби.

Таблица 6 – Примерные нормы внесения навоза под посевы кукурузы

Зона, район	Почва	Норма, т/га
Нечерноземная	Дерново-подзолистая:	
	супесчаная	30-40
	суглинистая	20-35
	Пойменная и серая лесная	20-30
	Выщелоченный чернозем	15-20
Центрально-Черноземная	-//-	20
Северный Кавказ	-//-	15-20
Юго-восток	-//-	20-30
Сибирь	Подзолистая	30-40
	Чернозем	15-20
Дальний Восток	-//-	20-30

Примечание. Если под посевы кукурузы не вносят минеральные удобрения, то дозы органических удобрений увеличивают примерно в 1,5–2 раза.

Под кукурузу применяют и довольно успешно зеленое удобрение. Для этой цели в качестве подсевной или пожнивной культуры используют бобовые: горох, чину, сою, маш, сераделлу, пажитник. На зеленое удобрение можно высевать не только бобовые культуры – азотособиратели, но и небобовые растения: рапс, горчицу, гречиху, фацелию.

Действие органических удобрений на продуктивность кукурузы возрастает по мере перехода от черноземных почв к подзолистым. На последних без внесения навоза получить высокие урожаи кукурузы практически не удастся. Эффективность органических удобрений возрастает при совместном внесении с минеральными удобрениями. Окупаемость урожаем 1 кг питательных веществ в минеральных удобрениях в зависимости от почвенно-климатических условий колеблется от 4 до 13 кг, а при орошении – доходит до 19 кг зерна. Кукуруза хорошо отзывается на последствие органических удобрений.

Наибольший эффект фосфорные, калийные удобрения и 50–70 % общей дозы азотных дают при их внесении осенью под вспашку с равномерным перемешиванием по всему пахотному слою. Основную часть азотных удобрений вносят весной при посеве или в подкормку с междурядными обработками почвы. Эффективность всех форм азотных удобрений, как твердых, так и жидких примерно одинаковая. По диапазону сроков применения жидкие азотные удобрения превосходят твердые формы. Для внесения при посеве кукурузы может быть ис-

пользована аммиачная вода, которая содержит 20–25 % аммиака или 16,0–20,5 % азота и безводный аммиак, имеющий в действующем веществе концентрацию азота 82,3 %. Расчет дозы азотных удобрений выполняют с учетом количества азота, внесенного с органическими удобрениями, и коэффициента его использования. В таблицах 7 и 8 приведены справочные данные для их расчета.

Таблица 7 – Химический состав органических удобрений, %

Удобрение	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Вода
Свежий навоз КРС	0,45	0,23	0,5	77
Свежий навоз свинной	0,45	0,19	0,6	72
Птичий помет	1,6	1,5	0,9	56

При учете содержания элементов питания в органических удобрениях необходимо учитывать, что потери азота при рыхлом хранении навоза в течение 4 месяцев достигают 30 %; в бесподстилочном навозе с увеличением влажности до 94 % содержание питательных веществ снижается в 1,5—2 раза, до 98 % – в 3,5–7 раз. Коэффициент использования питательных веществ зависит от влажности почвы, реакции почвенного раствора, глубины гумусового горизонта и содержания гумуса, биологических особенностей сортов и гибридов. Данные о выносе питательных веществ с урожаем, содержании и коэффициенте использования их из почвы и удобрений должны быть уточнены на проектно-изыскательских станциях химизации.

Таблица 8 – Использование питательных веществ из почвы и удобрений растениями кукурузы, %

Показатель	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Для формирования 1 ц зерна с учетом побочной продукции требуется, кг	3	1	3
из почвы	60-80	$\frac{5-10^*}{30}$	$\frac{25-30^*}{10}$
из органических удобрений:			
первый год	15-30	15-30	30-60
второй год	10-20	10-15	10-15
из минеральных удобрений:			
первый год	50-60	15-25	50-65
второй год	5	10-15	20

* В числителе при определении по Чирикову, в знаменателе – по Мачигину.

Азотные удобрения ускоряют развитие растений кукурузы. Особенно они необходимы в фазу появления 5-8 листа, когда закладываются метелки и початки, и за 10–14 дней до выметывания, когда начинается интенсивное нарастание вегетативной массы. Повышенные требования к азотному питанию кукуруза предъявляет в фазу 2–3 листьев при

холодной погоде, так как низкая температура почвы (+5–7°C) препятствует поступлению азота в растения и в этот период очень важна подкормка кукурузы жидкими азотными удобрениями, навозной жижей, жидким навозом и разбавленным водой куриным пометом. Подкормки проводят культиватором в середину междурядья или с поливной водой.

Потребность растений в подкормке можно определить как по их внешнему виду посевов, так и при помощи листовой диагностики. Оптимальным содержанием азота в листьях кукурузы до фазы цветения растений считается 3–4 % при соотношении N:P=10:1. Подкормку азотными удобрениями, как правило, проводят совместно с применением пестицидов и микроудобрений.

Дозы фосфорных и калийных удобрений под кукурузу зависят от уровня обеспеченности почвы подвижными формами P₂O₅ и K₂O. В таблице 9 приведены примерные дозы фосфора и калия, которые нужно вносить с удобрениями для получения высоких урожаев кукурузы в условиях Юга России (Подколзин А.И., 2008).

Таблица 9 – Дозы удобрений под кукурузу на основных типах (подтипах) почв Юга России

Тип (подтип) почвы	Доза удобрений (т/га – навоз, кг/га – NPK)			
	навоз	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чернозем:				
выщелоченный	20–30	60	60–80	30–45
типичный	20–30	60	60	30–45
обыкновенный	20–30	30–90	45–60	60–80*
		100*	100*	
южный	20–30	30–45	45–60	0–30
Каштановые				
темно-каштановые	20	30–45	45–60	0–30
каштановые	15–20	30–45	45–60	0–30
светло-каштановые	20*	90–120*	100–120*	30–60*

* В числителе на богаре, в знаменателе – при орошении.

В северной зоне Краснодарского края, первой и четвертой подзонах центральной зоны наиболее эффективны дозы N₆₀₋₉₀P₆₀K₆₀, в остальной части центральной зоны, в южно-предгорной и западной зонах края при лучшей обеспеченности влагой – N₉₀₋₁₂₀P₆₀₋₈₀K₆₀ кг/га.

Дозу фосфорных и калийных удобрений корректируют в зависимости от применения органических удобрений и с учетом почвенного плодородия: при среднем содержании этих элементов применяют коэффициент 1,3–1,5, высоком – 0,5–0,7, очень высоком – 0,3–0,5.

Основное фосфорное удобрение необходимо сочетать с припосевным его внесением из расчета 10 кг/га P₂O₅, что улучшает питание растений этим элементом в начальный период, стимулирует рост корней и повышает устойчивость посевов кукурузы к неблагоприятным условиям произрастания, ускоряют созревание зерна. Усвоение фос-

фора в холодную погоду резко замедляется. Это приводит к фосфорному голоданию растений, особенно на кислых почвах, к резкому ослаблению роста. Позднее, в возрасте 8–10 листьев у кукурузы, признаки голодания могут исчезнуть, однако задержка в росте растений приведет в условиях короткого вегетационного периода к снижению величины урожая. Внесение фосфорных удобрений при посеве в виде суперфосфата или комплексных удобрений полностью обеспечивает в начальный период роста потребность растений в фосфоре. Подкормки растений фосфором в течение вегетации в большинстве случаев малоэффективны. При подкормке посевов кукурузы в фазе 7–8 листьев у растений ускоряется формирование зачаточных початков, в результате чего они могут быть более мелкими, с меньшим числом зерен, а более поздние подкормки бывают недостаточно эффективны из-за недостаточной влажности верхних горизонтов почвы, трудной растворимости и малой подвижности в почве фосфорных удобрений.

Калийные удобрения вносят под основную обработку почвы, однако может возникнуть необходимость в проведении подкормки. Чаще дефицит калия наблюдается в фазы 4–8 листьев у кукурузы. Калийные удобрения способствуют защите растений от чрезмерных потерь влаги в период засухи, предохраняют от вредного воздействия низких температур. На солонцовых комплексах калийные удобрения не вносят.

При внесении удобрений необходимо помнить, что кукуруза отрицательно реагирует на повышение концентрации почвенного раствора, особенно в начальный период развития, поэтому при внесении удобрений с семенами ухудшается их всхожесть и угнетается развитие растений. Наиболее сильно снижается энергия прорастания и всхожесть семян кукурузы при внесении азотных и калийных удобрений. Менее вредны для формирующихся проростков кукурузы фосфорные удобрения. Поэтому необходима правильная заделка удобрений, которая позволила бы избежать повышения концентрации почвенного раствора в зоне размещения семян и обеспечила бы эффективное использование питательных веществ припосевного удобрения.

При основном внесении лучшей формой азотных удобрений являются аммонийные и аммиачные, фосфорных – суперфосфат, калийных – бесхлорные. При посеве кукурузы вносят суперфосфат, аммофос, если необходимо внести полное минеральное удобрение – нитроаммофоску. Для подкормки используют аммиачную воду, безводный аммиак, аммонийную селитру, мочевины, нитроаммофоску. Из местных удобрений в подкормку вносят 4–5 т/га навозной жижи.

Жидкие комплексные удобрения можно применять как для основного внесения, в том числе с поливной водой при проведении влагозарядкового полива, так и подкормки в сочетании с азотными и микроудобрениями, навозной жижей. Для их внесения при посеве и в подкормку имеются приспособления с объемно-ленточным распределением по профилю почвы.

Для нормального роста и развития кукурузе нужны не только азот, фосфор и калий, поглощаемые растениями в больших количествах,

но и микроэлементы, которые характеризуются специфической биохимической активностью. В качестве микроудобрений чаще применяют борную кислоту, медный купорос, марганцовокислый калий, сернокислый кобальт, сернокислый магний. Эти микроэлементы присутствуют в почве, но часто в небольшом количестве или труднодоступные, что приводит к нарушению обмена веществ в растениях и их заболеваниям. Кукуруза характеризуется относительно высокой потребностью в железе. С урожаем 6 т зерна и соответствующим количеством побочной продукции она выносит с 1 га 8 кг Fe, 800 г Mn, 400 г Zn, 70 г B и 50 г Cu. Учитывая высокую потребность кукурузы в указанных элементах и невысокую их подвижность при нейтральной и щелочной реакции почвы, часто возникает необходимость проведения некорневой подкормки посевов кукурузы растворами их солей. Улучшение питания растений микроэлементами достигается и путем смачивания семян водными растворами солей микроэлементов или включением микроэлементов в состав макроудобрения, обычно гранулированного суперфосфата.

При недостатке цинка в почве необходимо вносить навоз в дозе 40–60 т/га или сернокислый цинк 2,7–3,5 кг/га по препарату. Эффективна также, а чаще и равнозначна, обработка посевного материала 0,1 % водным раствором сернокислого цинка. При появлении признаков цинкового голодания у растений кукурузы посевы опрыскивают водным раствором сернокислого цинка из расчета 250–300 г/га при расходе рабочей жидкости 400–450 л/га. Обработку следует сочетать с некорневой подкормкой мочевиной в дозе 10–15 кг/га.

Марганцевые удобрения вносят под кукурузу, прежде всего на слабовыщелоченных черноземах, серых лесных, солонцеватых каштановых и других почвах, содержащих мало доступного для растений марганца. В качестве марганцевых удобрений применяют марганцированный суперфосфат и сернокислый марганец. Потребность растений в марганце можно удовлетворить за счет обработки семян сернокислым марганцем или внесения его при некорневой подкормке посевов кукурузы из расчета 150–200 г/га.

Кроме перечисленных микроэлементов на кислых почвах может проявиться потребность в молибдене, на торфяных – в меди, на известкованных кислых почвах – в боре. Поэтому рекомендуется при обработке семян кукурузы протравителями и пленкообразующими веществами включать в рабочий раствор микроэлементы. Для конкретных полей обеспеченность микроэлементами устанавливают проектно-изыскательские станции химизации на основе данных почвенного обследования. В борных удобрениях кукуруза часто нуждается на дерново-подзолистых, дерново-глеевых, красноземных, перегнойно-карбонатных почвах, выщелоченных черноземах, сероземах, болотных почвах. Особенно сильно проявляется действие борных удобрений на известкованных почвах. Их вносят в почву (борсуперфосфат, бормагнезиевое удобрение, борная кислота), обрабатывают ими семена, проводят некорневые подкормки посевов.

Для поддержания положительного баланса магния в почвах бедных этим элементом ежегодно требуется вносить 30–40 кг/га MgO. Приблизительно такое количество его содержится в 30 т полуперепревшего навоза.

Кукуруза хорошо растет, развивается и дает высокий урожай на почвах со слабокислой и нейтральной реакцией. Поэтому кислые почвы перед посевом этой культуры следует известковать по полной гидrolитической кислотности. В качестве известкового материала лучше всего использовать магнийсодержащий доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$.

3.1.2. Овес

Овес (*Avena L.*) – род растений семейства злаков (*Poaceae*). Насчитывает до 70 видов. Делится на две секции: *Euavena Griseb.*, куда относятся однолетние виды, в т. ч. культурные и овсюги, и *Avenastrum Koch.* – многолетние виды. В культуре в умеренных широтах северного и отчасти южного полушария наиболее распространен овес посевной (*Avena sativa L.*) с $2n = 42$, подразделяющийся на три группы разновидностей (*grex. var. diffusa Mordv.*), сжатый или одногривый (*grex. var. orientalis Mordv.*); голозерный (*grex. var. nuda Mordv.*). Возделываемые в Российской Федерации сорта относятся преимущественно к трем разновидностям с раскидистой метелкой и пленчатым зерном: *var. mutica Al.* с белым зерном, колоски без остей; *var. aurea Kom* с желтым зерном, колоски без остей; *var. aristata Kom.* с белым зерном, колоски с остями.

Распространение. В Российской Федерации овес высевают почти повсеместно, но основные посевы его сосредоточены в увлажненных лесных и лесостепных районах – Нечерноземной и Центрально-черноземной зонах, а также в Сибири и на Дальнем Востоке. Значительны площади этой культуре отведены в Кировской, Горьковской, Пермской, Новосибирской, Омской, Челябинской, Тульской, Рязанской областях, Алтайском и Краснодарском краях, республиках Башкортостан и Татарстан. В Архангельской области его посевы доходят почти до границ возможного земледелия.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Овес растет на любых почвах, если удовлетворена его потребность в воде и элементах минерального питания. Лучше всего он развивается на суглинистых и легкосуглинистых почвах. На сухих песчаных почвах недостаток влаги влечет за собой мелкозерность, плохую выполненность и повышенную пленчатость. Овес дает неплохой урожай на средне- и тяжелосуглинистых почвах, если они дренированы и имеют не высокий уровень грунтовых вод. Он слабо чувствителен к кислотности почвы и может удовлетворительно расти при кислой и слабощелочной реакции (табл. 10; Вальков В.Ф. и др., 2007). Отрицательное действие высокой кислотности на жизнедеятельность и продуктивность овса связано с повышенной растворимостью соединений алюминия, железа и марганца.

В то же время овес отзывчив на плодородие почвы, хорошие урожаи зерна высокого качества получают на черноземах при достаточной влагообеспеченности. Овес является пионером зерновых культур. На ни-

зинных торфяниках это единственная зерновая культура – озимая рожь страдает от заморозков в фазу цветения, пшеницу уничтожает ржавчина, а ячмень – мучнистая роса. Неблагоприятны для овса южные склоны – с одной стороны, с них стекает дождевая вода, с другой стороны, солнце выжигает почву; мало пригодны также целинные земли с мелким пахотным слоем. Овес чувствителен к солонцеватости и засоленности почв.

Таблица 10 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для овса

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	<2	2–6	не установлен
pH водной суспензии	4,0–5,0	5,0–8,2	8,2–8,7
Плотность, г/см ³	1,0–1,25	1,25–1,45	1,45–1,60
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–20	20–60	65–75
Обменный Na, % от ЕКО	не установлен	<3	3–5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	не установлен	<0,2	0,2–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	не установлен	<5	5–20

На формирование 1 т зерна овес выносит из почвы 24–30 кг азота, 9–14 – фосфора и 29–50 кг калия. Характерным для этой культуры является продолжительный период поглощения питательных веществ растениями. Наибольшая интенсивность их потребления у овса приходится на период от выхода растений в трубку до фазы цветения.

К фазе выметывания метелки растения потребляют более половины азота и калия. После цветения овес прекращает поглощать из почвы калий, а фосфор поступает в растения до начала созревания зерна (табл. 11; Дерюгин И.П., 1991). В зерне овса максимальное количество азота накапливается в фазе молочной спелости, калия и магния – в восковую, фосфора и кальция – в полную спелость.

Таблица 11 – Динамика поступления элементов питания в растения овса, % максимального

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Выход в трубку	30	28	29
Выметывание	51	36	54
Цветение	82	71	100
Полная спелость	100	100	83

Овес наиболее требователен к азоту в первый период роста и развития растений. При недостатке этого элемента он плохо растет, листья приобретают светло-зеленую окраску. К дефициту фосфора овес особенно чувствителен в раннем возрасте до образования вторичной корневой си-

стемы; в последующие фазы развития он поглощается более или менее равномерно. Растения овса примерно до четырехнедельного возраста усваивают фосфор преимущественно из припосевного удобрения, а в дальнейшем, по мере развития корневой системы, используют его из почвы.

При фосфорном голодании замедляется рост растений овса и задерживается его созревание. Недостаток этого элемента приводит к уменьшению содержания в зерне нуклеопротеидного фосфора и особенно фитина (табл. 12; Соколов А.В., 1957).

Таблица 12 – Содержание соединений фосфора в зерне овса при его недостатке в питательной среде

Форма фосфора	Количество P ₂ O ₅ , мг/г сухого вещества	
	0,2 г P ₂ O ₅ на сосуд	0,04 г P ₂ O ₅ на сосуд
Фосфатиды	0,95	1,12
Фитин	3,10	0,85
Нуклеопротеиды	3,43	1,80
Минеральный фосфор	0,94	0,80
Общий фосфор	8,42	4,57

Обеспечение овса калием – необходимое условие для нормального роста и развития растений. При недостатке этого элемента листья буреют, на них появляются ржавые пятна. Потребность в калии одинакова во все периоды роста растений.

Место в севообороте. Корневая система у овса довольно развита, и ее отличает сравнительно высокая способность использовать элементы минерального питания из почвенных запасов. Овес кустится сильнее других яровых зерновых культур. Однако при наличии в почве доступной растениям влаги избыточное азотное питание способствует образованию подгона и подседа. Равномерность созревания зерна снижается, уборка урожая затягивается и в итоге продуктивность посевов снижается. В связи с этим в севообороте его высевают в завершающем поле. Овес хорошо использует последствие удобрений, внесенных под предшествующие культуры. Однако урожаи овса резко увеличивается при размещении его по хорошим предшественникам. К лучшим предшественникам для него относятся зернобобовые, пропашные и озимые культуры.

Хорошими предшественниками для овса в Нечерноземной зоне служат пропашные культуры – картофель и кукуруза. В льносеющих районах пласт многолетних трав в большинстве случаев используют под посев льна, а овес высевают после него (по обороту пласта). При внесении под лен минеральных удобрений получают хорошие урожаи зерна овса. Лучшими звеньями севооборота, обеспечивающими хороший предшественник для овса являются следующие: 1) клевер, лен, овес; 2) клевер, лен, картофель, овес; 3) пар, озимые, овес; 4) пар, озимые, картофель, овес; 5) пар, озимые, горох, овес. В степных районах Поволжья хорошие предшественники для овса – зернобобовые культу-

ры. В лесостепных районах Центрально-Черноземной зоны на малогумусных выщелоченных легкосуглинистых черноземах хорошие предшественники для овса – зернобобовые и пропашные культуры. На Урале, Сибири и Дальнем Востоке овес размещают по зернобобовым, пропашным, озимым культурам и многолетним травам, а также однолетним травам на зеленый корм и сено. В степной части этих территорий, где преобладают посевы яровой пшеницы, овес высевают после нее, а также кукурузы и подсолнечника, убираемых на силос.

При высокой насыщенности севооборотов зерновыми увеличивается заражение почв корневыми гнилями. Хорошие результаты по их обеззараживанию достигают, увеличивая долю овса в севообороте. Обладая повышенной устойчивостью к этим возбудителям, он играет роль фитосанитарной культуры. Не рекомендуется высевать овес два года подряд на одном и том же поле, а также после ячменя. Урожай зерна резко снижается при повторных посевах. Также не следует высевать овес после свеклы, т. к. это ведет к распространению общего для этих культур вредителя – нематоды. В связи с малой чувствительностью его к кислотности почвы в Нечерноземной зоне обычно с его посевов начинают освоение болотных почв.

Удобрение. Под овес, как правило, непосредственно не вносят органические удобрения. Он использует последствие, внесенного под предшествующую культуру навоза.

Эффективность разных видов минеральных удобрений зависит от их дозы и формы, от почвенных условий и содержания в почве питательных веществ. Ориентировочные нормы минеральных удобрений: $N_{30-60}P_{40-60}K_{40-60}$.

Контроль за обеспеченностью посевов овса элементами питания осуществляют по содержанию их в листьях в разные фазы вегетации (табл. 13).

Таблица 13 – Оптимальное содержание элементов питания в листьях овса, % сухой массы

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кущение	5-6	2-2,4	6-7
Выход в трубку	3,5-4,5	1,6-2,2	3,5-4
Выметывание	2,2-3	1-1,7	2,5-3

При расчете доз удобрений на заданный урожай овса используют данные о выносе питательных веществ с урожаем и коэффициенты использования их из доступных запасов в почве и из минеральных удобрений (табл. 14). Внесение азотных удобрений резко повышает урожай, улучшает качество зерна, а также оказывает положительное влияние на накопление белка в зерне. Однако высокие дозы азота в дождливое лето могут привести к сильному полеганию посевов, снизить количество и качество урожая вследствие плохого налива зерновок, повышения пленчатости.

Таблица 14 – Использование питательных веществ растениями овса

Показатель	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вынос 1 ц зерна с соответствующим количеством соломы, кг	2,95	1,31	2,58
Коэффициент использования из почвы, %	22	8	12
Коэффициент использования из минеральных удобрений, %	60	35	70

Азотные удобрения наиболее эффективны на бедных органическими веществами дерново-подзолистых и серых лесных почвах. На этих почвах они обеспечивают высокую прибавку урожая за счет повышения продуктивной кустистости, озерненности метелки и крупности зерна. Азотные удобрения вносят за один прием перед посевом, или в два срока: 2/3 дозы перед посевом под культивацию и 1/3 в подкормку в фазу полных всходов. При дробном внесении азотных удобрений уменьшается полегаемость посевов овса. В качестве предпосевного удобрения используют аммонийные формы азота. Нельзя применять непосредственно перед посевом цианамид кальция; его обычно вносят в почву за 10–14 дней до посева, в противном случае проростки овса могут быть повреждены свободным цианамидом, образующимся после его распада в почве. Эффективность азотных удобрений определяется следующими величинами: при внесении N₄₀ каждый килограмм его обеспечивает прибавку урожая зерна овса в 20 кг, N₅₀ – 18 кг и N₆₀ – прибавку в 17 кг (Митрофанов А.С., Митрофанова К.С., 1972).

На почвах с низким содержанием подвижного фосфора для получения высоких урожаев необходимо вносить фосфорные удобрения. Из фосфорных удобрений применяют простой и двойной суперфосфат, фосфоритную муку. Суперфосфат – универсальное фосфорное удобрение, которое используют на всех почвах под эту культуру. На дерново-подзолистых, серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах высокую эффективность показывает фосфоритная мука, которая по своему действию практически не уступает суперфосфату. Последствие фосфоритной муки в севообороте продолжается в течение 5–7 лет. Каждый центнер этого удобрения обеспечивает прирост урожая до 2 ц/га. Фосфоритная мука способствует снижению кислотности почвы. Используют ее обычно в качестве основного удобрения и при вспашке глубоко заделывают.

Дозы фосфорных удобрений под овес зависят от плодородия почвы, содержания в ней подвижного фосфора, от выноса урожаем этого элемента из почвы (табл. 15).

При использовании фосфорного удобрения под овес в качестве основного его вносят под зяблевую вспашку. На кислых почвах при внесении растворимых форм фосфорных удобрений, наряду с образованием двузамещенных фосфатов кальция, образуются также фосфаты аммония и железа, усвояемость которых овсом очень низка. Вследствие этого следует избегать длительного взаимодействия суперфосфата с кислой поч-

вой. Для почв с реакцией, близкой к нейтральной, срок внесения растворимых фосфорных удобрений не имеет значения, так как потерь фосфора от выщелачивания не наблюдается, а химическое связывание ограничивается образованием дифосфата кальция, который доступен овсу. Фосфорные удобрения при основном их внесении необходимо глубоко заделывать. Это особенно важно в засушливых лесостепных и степных районах.

Таблица 15 – Дозы внесения фосфорных удобрений под овес в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве

Обеспеченность почв	Содержание P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы	Доза удобрений от рекомендуемой средней
Очень низкая	< 2,5 мг	1½–1½
Низкая	2,5–5,0	1
Средняя	5,1–10,0	¾–¾
Повышенная	10,1–15,0	¼ при рядковом внесении
Высокая	> 15,0	Не вносят

Овес хорошо отзывается на внесение суперфосфата в рядки при посеве. Удобрения при этом вносят из расчета P_{10–20}. Внесение гранулированного суперфосфата в рядки увеличивает урожайность зерна на 2,5–3 ц/га. При этом резко повышается окупаемость затрат на удобрения.

При возделывании овса известное значение имеют и калийные удобрения. Наиболее эффективны калийные удобрения на супесчаных, песчаных и торфянистых почвах. При установлении времени внесения калийных удобрений следует иметь в виду, что калийные соли и содержащиеся в них примеси NaCl и MgCl₂ хорошо растворимы в воде. При этом значительная часть калия связывается в ППК, а в почвенный раствор вытесняются Cl, Mg и другие катионы. При внесении удобрений с низким содержанием действующего вещества – сильвинита, каинита – в почвенном растворе может накопиться значительное количество ионов хлора. Поэтому калийные удобрения следует применять не перед самым посевом, а заблаговременно под зяблевую вспашку. Потребность в калийных удобрениях значительно возрастает при высоких урожаях в севооборотах, насыщенных многолетними травами и техническими культурами.

Наибольший эффект калийные удобрения дают при одновременном их внесении с азотными и фосфорными. Торфянистые почвы очень бедны калием, на них невозможно получать высокие урожаи овса без внесения калийных удобрений.

Несмотря на толерантность к высокой кислотности почвы, известкование способствует росту урожайности овса. Дозы известки зависят от уровня кислотности и гранулометрического состава почвы. При pH 4,5–5,0 на легких почвах вносят 3–4 т/га известки, а на тяжелых глинистых почвах – 5–7 т/га, при pH 5,1–5,5 – соответственно 2–3 и 4–5 т/га. Известь в полной дозе лучше вносить под основную вспашку, а неполные – под предпосевную обработку почвы.

При возделывании овса на осушенных торфяниках хорошие результаты получаются от медьсодержащих удобрений.

3.1.3. Пшеница

Пшеница (*Triticum L.*) – род травянистых растений семейства злаков (Poaceae). Объединяет свыше 20 дикорастущих и культурных видов, принадлежащих к трем родам, различающимся числом хромосом в соматических клетках: диплоидный – $2n=14$; тетраплоидный – $2n=28$ и гексаплоидный – $2n=42$. Диплоидный ряд включает в себя 2 дикорастущих вида: дикую однозернянку (*Tr. boeoticum Boiss.*); пшеницу Урарту (*Tr. urartu Thum.*) и культурную однозернянку (*Tr. monococum L.*). В состав тетраплоидного ряда входят 2 дикорастущих вида: дикая полба [дикая двузернянка] (*Tr. dicoccoides Schweinf.*); пшеница араратская (*Tr. araraticum Jakubz.*); 4 пленчатых вида: пшеница Тимофеева [зандури] [*Tr. timopheevi Zhuk.*]; пшеница Карамышева [древнеколхидская] [*Tr. karamischevi Nevski, Tr. palaco-colchicum Menabde, Tr. georgicum Dekapr.*]; полба [двузернянка, эммер] (*Tr. dicoccum Schrank.*); исфаганская (*Tr. ispahanicum Heslot.*); культурные, голозерные виды – твердая (*Tr. durum Desf.*); тургидум (*Tr. turgidum L.*); персидская [карталинская, дика] (*Tr. persicum Vav., Tr. carthlicum Nevski*); туранская (*Tr. turanicum Jakubz.*); эфиопская (*Tr. aethiopicum Jakubz.*); польская (*Tr. polonicum L.*). К гексаплоидному ряду относятся культурные пленчатые пшеницы: маха (*Tr. macha Dekapr. et Menabde*); спельта (*Tr. spelta L.*); пшеница Вавилова [ванская] (*Tr. vavilovi Jakubz.*); пшеница Жуковского (*Tr. zhukovskiy Menabde et Eriz.*); культурные голозерные: мягкая [обыкновенная] (*Tr. aestivum L., Tr. vulgare Vill.*); плотноколосая [карликовая] (*Tr. compactum Host.*); круглозерная (*Tr. sphaerococum Perc.*). Наибольшие посевные площади в мире занимает пшеница мягкая.

Пшеница – главная зерновая продовольственная культура. Она обладает высокой потенциальной продуктивностью, реализация которой возможна на основе создания оптимальных условий питания. Ареал возделывания культуры охватывает основные биоклиматические пояса Земли: бореальный, суббореальный, субтропический и тропический. Однако наиболее оптимальные условия для нее имеются в суббореальных и субтропических степных зонах, где распространены высокогумусированные почвы с хорошими водно-физическими свойствами. Это различные подтипы черноземов, по праву называемых пшеничными землями, каштановые почвы, черноземовидные и лугово-черноземные почвы суббореальных прерий (бруниземы). В субтропиках таковыми являются красновато-черные почвы прерий (руброземы), так называемые субтропические черноземы. Эти почвы характерны для гумидно-аридных районов юга США и для аргентинской пампы. Хорошие условия пшеница имеет в районах со средиземноморским типом климата – коричневые и серо-коричневые почвы. Перечисленные почвы – наиболее плодородные образования Земли, а пшеница среди хлебных злаков наиболее требовательна к почвенным условиям. Различают две группы пшениц – озимую и яровую.

Озимая пшеница

Распространение. Основные посеы озимой пшеницы сосредоточены на Северном Кавказе, в Поволжье, Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах Российской Федерации.

Требования к почвам и особенности минерального питания растений. Экологический оптимум почвенных характеристик для озимой пшеницы можно определить следующими показателями: содержание гумуса >3–4 %, запасы органического вещества 300–600 т/га, что обеспечивает потенциальное богатство почв азотом и фосфором, плотность корнеобитаемой толщи около 1,35 г/см³, хорошая оструктуренность профиля, близкая к нейтральной реакция среды и связанная с этим слабая выщелоченность почв от щелочноземельных катионов, высокое содержание доступных растениям кальция, магния, калия, кремния, серы, железа и микроэлементов. Такие условия характерны для глубоких структурных легко- и тяжелосуглинистых почв. Легкие, особенно песчаные и супесчаные, почвы для пшеницы малопродуктивны. Снижается продуктивность и на тяжелых бесструктурных почвах. Недостаточно благоприятны для нее различные типы слитоземов – слитые черноземы, смольницы, тырсы, регурсы. На этих почвах озимая пшеница склонна к вымоканию. Для нее неблагоприятны заболоченные, пониженные места рельефа. Надежнее всего размещать озимую пшеницу на участках с незначительным восточным или западным склонами (табл. 16; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 16 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для озимой пшеницы

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	не установлен
pH водной суспензии	5,0–6,55	6,5–8,2	8,2–8,7
Плотность, г/см ³	1,0–1,25	1,25–1,40	1,40–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–45	45–60	60–75
Обменный Na, % от ЕКО	не установлен	3–5	5–15
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	не установлен	<0,2	0,2–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	не установлен	<5	6–20

В Российской Федерации основные посеы озимой пшеницы сосредоточены на черноземах. Они имеют благоприятные для роста и развития этой культуры агрохимические и водно-физические свойства. В них содержится в среднем 5–10 % гумуса. Черноземы отличаются от других типов почв большой мощностью гумусового горизонта, достигающей иногда до 1,0–1,5 м. Характерная особенность черноземов в том, что количество гумуса в них убывает постепенно от верхних горизонтов к нижним. Почвенно-поглощающий комплекс черноземных почв насыщен кальцием и магнием, причем преобладает кальций, на долю которого приходится более 90 % суммы обменных катионов.

Черноземы, как правило, хорошо оструктурены, благодаря большому количеству водопрочных агрегатов не уплотняются, не заплывают, их равновесная плотность находится в оптимальных пределах для роста корневой системы – около $1,2 \text{ г/см}^3$. «Немногие почвы, – пишут И.Ф. Гаркуша и М.М. Яцюк (1974), – в природе обладают столь совершенной агрономически ценной структурой, как черноземы». Сложение черноземных почв и их физико-химические свойства способствуют мощному развитию корневой системы, более экономному расходу воды и питательных веществ. На таких почвах корни озимой пшеницы проникают на глубину до 250–300 см и используют питательные вещества и воду из глубоких горизонтов корнеобитаемого слоя.

Большинство черноземных почв страны имеют нейтральную или слабокислую реакцию (рН 6,0–7,5), наиболее отвечающую потребностям растений озимой пшеницы. Высокие урожаи пшеницы, по мнению Д.Н. Прянишникова (1931), можно получать именно при реакции почвенного раствора близкой к нейтральной (рН 6,8–7,0). В плодородных черноземах Северного Кавказа, Центрально-Черноземной зоны, Поволжья показатель рН в течение вегетационного периода колеблется от 7,0 до 7,4, на некоторых почвах повышается до 7,8–7,9. Такие значения рН не препятствуют получению высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы.

В южных и юго-восточных районах Российской Федерации значительные площади посевов озимой пшеницы размещены на каштановых почвах, которые по содержанию гумуса и питательных веществ несколько уступают черноземам. В большинстве случаев количество гумуса в них колеблется от 2 до 5 %, а мощность гумусового горизонта равна 35–55 см. Содержание общего азота составляет 0,15–0,20 %, валового фосфора и калия – соответственно 0,06–0,15 % и 0,5–1,0 %. Количество подвижного фосфора в этих почвах небольшое и колеблется в пределах 50–100 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах преимущественно слабощелочная: рН 7,2–7,5.

На серых лесных и подзолистых почвах в стране размещены относительно небольшие площади посева озимой пшеницы. Высокие урожаи на серых лесных почвах получают лишь при внесении органических и минеральных удобрений. На подзолистых почвах Нечерноземной зоны хорошие урожаи озимая пшеница дает после внесения удобрений и известкования.

Пшеница – среднесолеустойчивая культура. Для нее характерны следующие показатели порога токсичности солей и их ионов, снижающих урожай на 25 %: содово-хлоридное засоление (сумма) – 0,11 %, HCO_3^- – 0,05 %, Cl^- – 0,01 %; хлоридно-сульфатное засоление (сумма) – 0,17 %, Cl^- – 0,02 %, SO_4^{2-} – 0,08 %. При высокой обеспеченности элементами минерального питания солеустойчивость растений озимой пшеницы (порог токсичности) увеличивается: сумма – 0,40 %, HCO_3^- – 0,05 %, Cl^- – 0,07, SO_4^{2-} – 0,14 % (Синицкая Н.П., 1972).

Озимая пшеница весьма требовательна к условиям питания. Особенно это относится к высокопродуктивным современным сортам,

отличающимся повышенной потребностью в элементах минерального питания. Чем выше урожай озимой пшеницы, тем больше вынос питательных веществ.

В росте, развитии и формировании урожая озимой пшеницы исключительно большое значение имеет *азот*. Он входит в состав простых и сложных белков, аминокислот, нуклеиновых кислот, хлорофилла, фосфатидов, алкалоидов, некоторых витаминов, ферментов и других органических соединений клеток. При оптимальном питании растений этим элементом повышается синтез белковых веществ, усиливается и дольше сохраняется жизнедеятельность организма, ускоряется рост и несколько замедляется старение листьев. Растения образуют мощные стебли и листья, имеющие интенсивно-зеленую окраску, хорошо растут и кустятся, улучшается формирование и развитие репродуктивных органов. В результате повышаются урожай и содержание белка в зерне. Как недостаток, так и избыток азота в питательной среде отрицательно сказывается на росте и развитии растений озимой пшеницы, что в конечном итоге приводит к недобору урожая и снижению его качества.

При недостатке азота в питательной среде снижаются темпы роста растений, листья приобретают бледно-зеленую окраску и нередко преждевременно отмирают. Это явление можно наблюдать в ранневесенний период на переувлажненных западинах. Азотное голодание растений озимой пшеницы отрицательно сказывается на таких элементах структуры урожая как продуктивная кустистость, величина и озерненность колоса, масса 1000 зерен. При недостатке азота в питательной среде, особенно во вторую половину вегетации, снижается накопление протеина в зерне, ухудшаются его хлебопекарные качества.

Чрезмерное азотное питание вызывает избыточный рост вегетативных органов, при ранней засухе такие растения быстро истощают запасы почвенной влаги, много боковых побегов отмирает, зерно образуется щуплое, низкого качества. В загущенных посевах и влажную пасмурную погоду при недостатке фосфора и ослабленном фотосинтезе в растениях возникает несбалансированность между поглощением азота и продуктами фотосинтеза, не весь поглощенный азот вовлекается в обмен веществ, накапливается в форме нитратов и аммиака. Такие растения более подвержены заболеваниям, рано полегают, много стеблей отмирают; в полегших посевах ухудшаются условия налива и созревания зерна, величина и качество урожая также резко снижаются.

В ходе роста и развития поглощение азота растениями озимой пшеницы изменяется, т. к. в нем меняется характер биохимических процессов и формируются органы с иным химическим составом, чем у образовавшихся раньше. Выделяют период максимальной потребности в азоте, когда среднесуточное потребление достигает своего максимума, и критический, когда недостаток или отсутствие элемента особенно отрицательно сказывается на росте и развитии растений. Период максимального среднесуточного потребления азота совпадает со временем наибольшего накопления сухой массы. У озимой пшеницы максимум среднесуточного поступления азота в растения приходится на период выход в трубку–колошение (табл. 17).

Таблица 17 – Потребление элементов питания растениями озимой пшеницы

Фаза вегетации	Потребление, % от максимального		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кущение: осенью	14	8	11
весной	24	14	23
Выход в трубку	42	33	59
Колошение	78	72	94
Цветение	86	97	100
Восковая спелость зерна	96	100	98
Полная спелость зерна	100	98	95

Критическими в отношении питания растений озимой пшеницы азотом являются: 1) период раннего развития растений – от всходов до ухода в зиму, когда режим питания должен обеспечивать нормальное развитие и рост растений и способствовать хорошей их перезимовке; 2) ранневесенний период – от возобновления весенней вегетации до выхода растений в трубку; 3) период налива зерна.

Поступление азота в растения начинается с первых дней роста и продолжается до конца вегетации пшеницы. Обеспечение растений азотом уже в осенний период оказывает положительное влияние на кущение и величину будущего урожая. Именно в этот период озимая пшеница наиболее нуждается в азотном питании, т. к. важно, чтобы посеы ушли в зиму хорошо раскустившимися. Высокая потребность в азотном питании у пшеницы проявляется и в период весеннего кущения, когда происходит закладка и дифференциация колоса. Если в начале весенней вегетации растения не получают достаточного количества азота, то в колосках развиваются только первые цветки. Усиление азотного питания в последующие периоды не способствует увеличению числа развитых цветков в колосках. Недостаток азота во время налива зерновок озимой пшеницы приводит к заметному ухудшению качества урожая и особенно к уменьшению накопления в зерне белка. Накопление белка в зерне происходит за счет двух важнейших источников: поглощения азота из почвы в период налива и его реутилизации из вегетативных органов. Наибольшая часть азота поступает в зерновки из листьев и лишь 18–26 % из корней (Малюга Н.Г., 1992).

Фосфор является важнейшим биогенным элементом, играющим многостороннюю роль в жизни растений. Он входит в состав белков, нуклеиновых кислот, нуклепротеидов, участвует в дыхании, в процессах деления клеток и реакциях фотосинтеза. Этот элемент необходим растениям озимой пшеницы на всех этапах роста и развития. Он активизирует развитие всходов и корневой системы, способствует дифференциации клеток перед фазой покоя. Оптимизация питания озимой пшеницы фосфором обуславливает лучшее использование азота, более быстрый рост и развитие, оказывает положительное влияние на формирование генеративных органов, улучшает озерненность колоса, а недостаток этого эле-

мента в питательной среде приводит к его череззернице. При оптимизации питания растений фосфором повышается зимостойкость, ускоряется созревание, увеличивается урожай и повышается его качество.

Фосфор оказывает положительное влияние на оводненность коллоидов плазмы и снижение коэффициента транспирации. Под его воздействием повышается водоудерживающая способность растительных тканей, а растения имеют более устойчивый водообмен, что обусловлено увеличением общего содержания осмотически- и коллоидно-связанной воды, повышенной гидратацией компонентов протоплазмы.

При недостатке фосфора в питательной среде растения озимой пшеницы отстают в росте и развитии, нижние листья приобретают окраску пурпурно-фиолетовых оттенков, скручиваются и преждевременно засыхают, созревание зерна задерживается, снижается урожай и ухудшается его качество. Избыточное фосфорное питание приводит к накоплению в растениях минеральных соединений фосфора, что вызывает ускоренное развитие, раннее отмирание листьев и созревание.

Озимая пшеница на протяжении вегетации потребляет фосфор неравномерно: относительное содержание его в растениях больше в начале вегетации, меньше – в конце. Содержание фосфора в надземных вегетативных органах озимой пшеницы в фазу кущения 0,55–0,60 %, трубкования – 0,45–0,50 %, колошения – 0,35–0,45 %, цветения – 0,30–0,40 % сухой массы считается оптимальным для реализации потенциальной продуктивности растений (Агеев В.В. и др., 1999).

В жизнедеятельности растений озимой пшеницы по отношению к фосфору наблюдается два критических периода. Первый из них – от всходов до выхода в трубку приходится на осень и начало весенней вегетации. Недостаток или избыток его в этот период существенно влияет на рост и развитие растений. В.Г. Минеев (1973) придает фосфору особо важное значение в биохимических процессах прорастающих семян и проростков пшеницы. Фосфорное голодание в раннем возрасте нарушает метаболизм органических веществ, в частности синтез аминокислот, что не может быть в дальнейшем исправлено более поздним внесением удобрений. Растения озимой пшеницы, не получившие в эти первые дни жизни фосфор, не выколашиваются даже если в последствие имеют обильное фосфорное питание. Э.Д. Рассел (1955) также указывает на высокую потребность в этом элементе проростков озимой пшеницы. Второй критический период совпадает с периодом интенсивного роста вегетативных органов и формирования колоса и включает фазы трубкования и цветения. На этот период приходится максимум среднесуточного потребления фосфора. В конце вегетации (созревание зерна) его содержание в растениях может уменьшаться по сравнению с фазой восковой спелости зерна в результате оттока в корневую систему.

Действие *калия* на растения озимой пшеницы многообразно. Он играет важную роль в фотосинтезе; образовании, перемещении и отложении в запас углеводов; участвует в обменных процессах при синтезе аминокислот и белков; регулирует использование растениями азо-

та и катализирует деятельность многих ферментов. Накапливаясь в клетке в значительных количествах, калий является основным противоионом для нейтрализации отрицательных зарядов как неорганических анионов, так и клеточных полиэлектролитов, а также создает ионную асимметрию и разность электрических потенциалов между клеткой и наружной средой. Возможно, именно в этом проявляется специфическая функция калия, делающая его необходимым и незаменимым элементом минерального питания растений. Эта особенность калия отмечалась еще Д.А. Сабининым (1940), который писал, что роль катионов – калия, натрия и частично кальция – ограничивается их значением в создании цитоплазматических структур и в поддержании электрических свойств пограничных образований протопласта. Значительное увеличение величины мембранного потенциала клетки и повышение его зависимости от метаболических процессов, а также увеличение селективной проницаемости клеточной мембраны для этого элемента представляют собой один из первичных эффектов калийного дефицита. Изменение величины градиента электрического потенциала и потока веществ через мембраны клеток может, по мнению А.В. Петербургского (1989), явиться непосредственной причиной множества нарушений обмена веществ у растений при дефиците калия.

Калий поступает в растения озимой пшеницы с первых дней роста и продолжается до цветения, но большее его потребление наблюдается в фазы выхода в трубку и колошение. Он усиливает образование боковых корней и увеличивает общую поглощающую поверхность корневой системы. Наряду с кальцием и магнием, этот элемент оказывает влияние на дисперсность, оводненность и вязкость коллоидов протоплазмы.

Содержание калия в надземных вегетативных органах растений озимой пшеницы в фазу кущения – 3,5–4,2 %, трубкавания – 3,3–4,0, колошения – 2,8–3,4, цветения – 2,5–2,9 % сухой массы считается благоприятным условием для получения высокого урожая (Агеев В.В. и др., 1999).

Оптимальное обеспечение озимой пшеницы калием повышает холодостойкость и устойчивость растений к грибковым заболеваниям – корневым гнилям, ржавчине. Калий благоприятствует образованию более прочной соломины, усиливает отток углеводов из вегетативных органов к колосу, вследствие чего повышается крупность и выполненность зерновок. Достаточная обеспеченность этим элементом ослабляет негативное действие избыточного азотного питания, повышая прочность стеблей озимой пшеницы и их устойчивость против полегания.

Отсутствие калия в питательной среде после фазы цветения растений не сказывается на величине урожая и его качестве. Если же озимая пшеница испытывает его дефицит в фазу выхода в трубку, то это влечет за собой снижение продуктивности растения.

Исследованиями, выполненными В.Г. Минеевым (1973), показано, что калий, как и фосфор, оказывает большое влияние на использование растениями озимой пшеницы азота. При его недостатке растения практически не могут усваивать аммонийный азот, в них накопи-

вается большое количество аммиака, что ведет к аммиачному отравлению и отмиранию. При нитратном источнике азота недостаток калия, хотя и ведет к снижению урожая, но растения все же могут расти. Потребность растений в фосфоре более резко выражена при нитратном источнике азота; потребность же в калии, наоборот, сильнее проявляется при аммонийном источнике азота. При недостатке калия в питательной среде снижаются темпы накопления белков и углеводов, замедляется рост растений, снижается урожай, ухудшаются технологические качества зерна. Симптомом калийного голодания для озимой пшеницы является «ожог» краев листьев. Верхушки и края наиболее старых листьев желтеют, а затем буреют и отмирают. Позже в результате калийного голодания к фазе созревания слабеют и стебли. При резком недостатке этого элемента посевы озимой пшеницы полегают, зерно бывает невызревшим и щуплым.

Признаки недостаточного питания растений озимой пшеницы калием проявляются не только при критически низком его содержании в питательной среде, но и при нарушении соотношения элементов питания, часто наблюдаемом при избыточном поступлении азота, известковании, резких изменениях температуры окружающей среды и влажности почвы. Еще Ю. Либих (1936) писал, что внесенные удобрения действуют наиболее благоприятно в том случае, если при их посредстве устанавливается в почве правильное соотношение питательных веществ, от которого зависит урожай. Д.Н. Прянишников (1952) указывал, что действие калийных удобрений зависит от обеспеченности растений азотом и другими элементами минерального питания.

Избыток калия в питательной среде нарушает поступление и снижает содержание в растениях кальция, что отрицательно сказывается на развитии корневой системы. На корнях перестают образовываться корневые волоски, через которые в растения из почвы поступает основная масса элементов минерального питания и воды. Наружные клетки корня при этом разрушаются. Избыточное калийное питание растений вызывает кальциевое голодание, приводит к гибели всходов (отмирают точки роста) перекручиванию и засыханию листьев. Избыток калия в питательной среде вызывает снижение урожая озимой пшеницы. Причем, в большей мере уменьшается урожай зерна, чем вегетативной массы. Однако в полевых условиях при внесении повышенных доз калийных удобрений не зафиксировано значительного снижения урожая озимой пшеницы, хотя при таких условиях иногда отмечаются нарушения в обмене веществ, связанные с ухудшением качества зерна (Малюга Н.Г., 1992).

Необходимыми и незаменимыми элементами питания являются *магний, кальций, кремний, железо, сера*, требующиеся растениям в довольно больших количествах, и микроэлементы – *бор, кобальт, марганец, медь, молибден и цинк*. Потребность в микроэлементах резко возросла в последнее десятилетие вследствие увеличения в 3 раза и более урожайности новых сортов пшеницы, для формирования которой их

естественных запасов в почве недостаточно. Встал вопрос о разработке доз, сроков и способов их внесения в почву, а также о производстве этих удобрений. Роль марганца, цинка, меди, кобальта, бора, молибдена и других микроэлементов в росте, развитии и продуктивности растений озимой пшеницы чрезвычайно велика. Однако недостаточное количество разработок и отсутствие комплексных исследований не дает возможности построить стройную систему применения микроудобрений под озимую пшеницу. Сложность этого определяется еще и тем, что сами микроэлементы, попадая в почвенный раствор, угнетают или, наоборот, активизируют друг друга. Так, из-за взаимодействия между кобальтом, цинком, марганцем и медью внесение одного из них может подавить поглощение другого. Оптимизация питания растений микроэлементами способствует повышению урожая и качества зерна озимой пшеницы, а также предохраняет посевы от ряда заболеваний, поэтому применение соответствующих микроудобрений высокоэффективно.

Место в севообороте. Основой оптимизации условий выращивания озимой пшеницы в предпосевной период является правильное размещение этой культуры по предшественникам, ибо он, т. е. предшественник, определяет биологические (численность, видовой состав и соотношение микроорганизмов, а также биологическая активность почвы; сорные растения, их состав), агротехнические (структура и влажность почвы) и организационные (время и качество уборки предшественника) условия роста и развития растений озимой пшеницы, их устойчивость к неблагоприятным условиям возделывания и продуктивность по основным этапам органогенеза. Наилучшие условия для роста, развития и формирования высокого урожая могут быть созданы комплексом агротехнических мероприятий, применяемых в системе освоенных научно обоснованных севооборотов.

В условиях современного земледелия, когда стоит задача формирования максимальной продуктивности каждой культуры севооборота, объективная оценка каждого из предшественников озимой пшеницы возможна только применительно к условиям конкретной почвенно-климатической зоны по признакам своевременности освобождения поля, по запасам влаги в почве ко времени их уборки, содержанию элементов питания, степени засоренности, наличию вредителей и возбудителей болезней. «Многолетний опыт возделывания озимой пшеницы в нашей стране, – пишет В.Г. Минеев (1973), – позволяет подойти дифференцированно к выбору предшественников в зависимости от почвенно-климатических условий, прежде всего от степени увлажнения во всех земледельческих районах, где возделывается эта культура. Лучшими предшественниками, гарантирующими получение устойчивых урожаев озимых хлебов, являются:

- в засушливой зоне – чистые пары;
- в зоне недостаточного увлажнения – чистые пары, а также пары, занятые рано убираемыми культурами на зеленый корм, а в некоторых районах и на сено;

– в зоне неустойчивого увлажнения – чистые пары, пары, занятые однолетними (кроме суданской травы) и многолетними травами, убираемыми на зеленый корм и сено, и кукуруза на зеленый корм;

– в зоне достаточного увлажнения – занятые пары с выращиванием в них многолетних и однолетних трав на зеленый корм и сено (кроме суданской травы), зернобобовые, кукуруза на зеленый корм и силос ранней уборки, а в некоторых районах также лен-долгунец, ранний картофель.

К допустимым предшественникам относятся:

– в засушливых районах Северного Кавказа – однолетние травы, убираемые на зеленый корм и сено (кроме суданской травы и сорго), кукуруза на зеленый корм, зернобобовые культуры, а в отдельных случаях и многолетние травы на один укос, а также кукуруза на силос в молочно-восковой спелости, в отдельных случаях на зерно при возделывании с расширенными междурядьями;

– в зоне недостаточного увлажнения – многолетние и однолетние травы на сено, ранние зернобобовые, кукуруза на ранний силос, а в некоторых районах также и молочно-восковой спелости, озимые, идущие по лучшим предшественникам;

– в зоне неустойчивого увлажнения – зернобобовые, кукуруза на силос ранних сроков уборки и колосовые при посеве на одном поле не более двух лет подряд;

– в зоне достаточного увлажнения: на Северном Кавказе – подсолнечник, кукуруза на зерно, клещевина, колосовые при посеве не более двух лет подряд, сахарная свекла ранних сроков уборки, бахчевые культуры».

В Центрально-Черноземном, Поволжском, Уральском районах, Ростовской области – чистый пар; в Центральном, Волго-Вятском районах, Краснодарском крае, республиках Северного Кавказа – чистый и занятый пар, пласт и оборот пласта многолетних бобовых трав, зернобобовые и рапс являются лучшими предшественниками для озимой пшеницы. В центральной, южно-предгорной и западной зонах Краснодарского края для озимой пшеницы неплохими предшественниками являются подсолнечник, кукуруза на зерно и сахарная свекла, но при условии их уборки не позднее, чем за 12–14 дней до начала осеннего сева. Часть посевов озимой пшеницы в северной зоне края также может размещаться по этим предшественникам.

Пшеница, рожь, ячмень, овес как предшественники озимой пшеницы относятся к категории худших, т. к. у них сходные сорняки, болезни и вредители. Повторное размещение озимой пшеницы целесообразно лишь в северной и центральной зонах после пшеницы, идущей по парам, многолетним травам и гороху. В паровом поле благодаря активно идущим процессам минерализации органического вещества может накапливаться свыше 100 кг/га азота. При возделывании озимой пшеницы на черных парах агрометеорологическая обстановка в любой год и на всей территории складывается по увлажнению в основном благополучно. Сев озимой пшеницы по черным парам можно производить ежегодно в оптимальные сроки. С другой стороны, чистый пар

очень много расходует воды за время парования и часто не оправдывает возлагаемые на него надежды как на аккумулятора влаги; способствует развитию ветровой эрозии почвы, возникновению черных бурь, ухудшает плодородие почвы за счет минерализации гумуса; может оказывать отрицательное влияние на продуктивность севооборота, т.к. позволяет получать только один урожай в два года (Ковтун И.И., Гойса Н.И., Митрофанов Б.А., 1990).

Вопрос о размере чистых паров в севооборотах решается в каждом отдельном случае с учетом природных и экономических условий, специализации, обеспечения озимой пшеницы лучшими предшественниками, степени засоренности полей, запасов влаги в почве, достигнутого уровня культуры земледелия, степени оснащённости хозяйств машинами, орудиями, возможности использования гербицидов.

И.В. Свисюк (1980) в качестве показателя целесообразности введения чистых паров в зерно-пропашные севообороты использовал отношение удвоенной урожайности озимой пшеницы по непаровым предшественникам к урожайности по черным парам $y(k)$, а в качестве показателя условий влагообеспеченности – количество осадков, выпавших за период с августа предшествующего года по май текущего R_{VIII-V} . Связь между $y(k)$ и R_{VIII-V} оказалась очень тесной (коэффициент корреляции 0,83). В соответствии с этой зависимостью введение чистых паров под озимую пшеницу целесообразно при критических значениях $R_{VIII-V} = 250$ мм, которым соответствуют значения $y(k) \leq 1$. Зная вероятность выпадения такого количества осадков, можно определить рациональную долю чистых паров в посевных площадях, отведенных под озимую пшеницу. На основе этого подхода И.В. Свисюк установил, что в районах Ростовской области доля паров в зависимости от условий влагообеспеченности меняется от 15 до 60 % посевной площади под озимую пшеницу. Автор считает размещение пшеницы на черных парах в условиях Краснодарского края целесообразным лишь в северо-восточной зоне, и то лишь для получения семенного материала.

Люцерна и другие бобовые растения в севообороте оказывают существенное влияние на общий баланс азота. Некоторое количество азота, усвоенного из атмосферы клубеньковыми бактериями бобовых культур, попадает через корма в навоз, часть его остается с корнями и пожнивными остатками в почве. При их разложении после вспашки пласта в почве накапливаются усвояемые формы азота.

При двухлетнем использовании люцерны способна накопить на одном гектаре (в слое почвы 0–60 см) 150–200 кг и более азота, до 60 кг фосфора и обогатить почву массой корневых и пожнивных остатков, эквивалентных 40–50 т навоза. Люцерна 2-го и 3-го года жизни сильно затеняет и угнетает сорную растительность, развивает мощную корневую систему. Наибольшее количество азота и фосфора содержится под люцерной 3-го года жизни. Положительное ее влияние на продуктивность озимой пшеницы определяется тем, что применение комплексной механизации уборки сена позволяет провести два, а

иногда и три укоса люцерны и освободить поле за 1–1,5 месяца до посева пшеницы. Это дает возможность хорошо подготовить почву. Почва после уборки люцерны отличается рыхлым строением, высоким плодородием, большим содержанием органического вещества, улучшенной структурой. Положительным качеством люцерны как предшественника озимой пшеницы является и то, что эти культуры не имеют общих вредителей и болезней (Адиньяев Э.Д., 1985).

Внесение удобрений под бобовые травы усиливает положительную роль их в севообороте и в значительной мере направлено на систематическое повышение плодородия почвы и урожая озимой пшеницы.

Удобрение. Корневая система пшеницы, хотя хорошо ветвиться и глубоко проникает в почву, обладает невысокой усваивающей способностью, слабо использует питательные вещества из почвы. Поэтому озимая пшеница отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений. В нашей стране долевое участие удобрений в формировании урожая в засушливых районах без орошения составляет 10–15 %, в степной зоне при орошении – 40 %, в лесостепи – 40 %, в Нечерноземной зоне – 60 % (Ягодин Б.А., 1987). Особенно высокие требования к обеспеченности элементами минерального питания предъявляют интенсивные сорта. Действие любого удобрения выше тогда, когда растения более полно обеспечены всеми необходимыми и незаменимыми элементами питания. Недостаток одного из них может привести к снижению эффективности другого.

Действие минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы зависит от многих условий, главные из которых уровень плодородия почвы, вид предшественника и степень его удобренности, сроки и способы внесения удобрений. При правильном применении удобрений по определенной системе озимая пшеница хорошо развивается с осени, лучше перезимовывает, весной дружно отрастает, затем формирует стебли и колосья и дает высокий урожай зерна.

Удобрения не устраняют засуху, но в значительной мере ослабляют ее негативное воздействие на растения. Они исправляют неблагоприятное соотношение питательных веществ, поступающих в растение, снижают транспирационный коэффициент и позволяют более эффективно использовать почвенную воду для создания урожая. При правильном применении удобрений усиливается сопротивляемость растений обезвоживанию тканей и даже в засушливый год существенно снижается коэффициент водопотребления. Под правильным применением удобрений понимается определенное сочетание питательных веществ, различных видов удобрений между собой и с другими приемами агротехники. Это обеспечивает их эффективное использование и получение высоких урожаев при наименьших затратах труда и материальных средств. Система удобрения озимой пшеницы в севообороте включает распределение удобрений по полям с этой культурой, сочетание органических и минеральных удобрений, дозы, способы и сроки внесения удобрений в зависимости от биологических особенностей сорта, почвенных условий и планируемого урожая.

Агрохимическое обеспечение посевов озимой пшеницы предусматривает:

- комплексное агрохимическое окультуривание полей;
- внесение удобрений в корнеобитаемый слой почвы;
- обработку семян микроэлементами, регуляторами роста и пленкообразующими веществами;
- обеспечение растений по фазам развития необходимым минеральным питанием на основе данных почвенной и растительной диагностики;
- обработку посевов ретардантами против полегания;
- некорневую подкормку посевов азотными удобрениями для повышения качества зерна;
- совместное применение растворов удобрений, регуляторов роста и пестицидов.

Основным технологическим документом, определяющим сроки, дозы и способы применения средств химизации является Агрохимический и фитосанитарный паспорт поля.

За период вегетации агроном-агрохимик и специалист по защите растений проводят до 12–15 обследований посевов на обеспеченность растений элементами минерального питания, возможность полегания, засоренность, поражение вредителями и болезнями на каждом поле, результаты которых и рекомендации по применению удобрений, ретардантов и пестицидов заносят в Агрохимический и фитосанитарный паспорт поля.

Рекомендуемые примерные уровни плодородия почв, гарантирующие заданную урожайность озимой пшеницы, приведены в таблице 18 (Семин А.С., Французов А.С., 1988).

Регулирование плодородия почвы путем внесения минеральных удобрений должно базироваться на трех основных показателях: на потребности растений в элементах питания, их содержании в почве и эффективности использования удобрений растениями.

Таблица 18 – Рекомендуемые агрохимические показатели плодородия почв при возделывании озимой пшеницы

Почвы	pH _{KCl}	Гумус, %	Содержание, мг/кг		Метод определения
			P ₂ O ₅	K ₂ O	
Дерново-подзолистые	5,6–6,0	2–3	100–150	120–170	Кирсанову
Серые лесные	5,6–6,0	3–5	100–150	120–170	То же
Выщелоченные и оподзоленные черноземы	5,6–6,0	4,5–6	100–150	80–120	Чирикову
Обыкновенные и типичные черноземы	6,0–7,0	6–8	100–150	80–120	То же
Южные и карбонатные черноземы	6,3–7,5	4–6	20–30	200–300	Мачигину
Каштановые	7,0–8,0	3,5–5	20–30	200–300	То же

Система удобрения озимой пшеницы складывается из трех приемов: основного, припосевного внесения удобрений и подкормок. Эффективность применения удобрений определяется способом их заделки, сроком внесения и временем нахождения в почве, погодными условиями, прежде всего влагообеспеченностью и термическим режимом, сроками сева, уровнем почвенного плодородия, предшественником, состоянием и биологическими особенностями выращиваемой культуры.

Минеральные удобрения заделывают в почву на определенную глубину: под вспашку на 20–25 см, под культивацию на 10–12 см, а также практикуется поверхностное внесение с последующей заделкой боронами на глубину до 5 см. Кроме того, применяются локальная заделка удобрений в область развития корневой системы растений, а также некорневая подкормка посевов.

Эффективность минеральных удобрений зависит от влагообеспеченности почвы – чем лучше увлажнена почва, тем выше их эффективность. Именно поэтому Д.Н. Прянишников (1936) указывает, что «по мере роста засушливости заделку удобрений необходимо производить в более глубокие и, следовательно, более влажные слои». Повышение эффективности минеральных удобрений может быть достигнуто локальным внесением их в гранулированном виде непосредственно в область расположения корневой системы растения. В зонах с достаточным и особенно избыточным увлажнением следует воздерживаться от применения подвижных форм удобрений. Нежелательно внесение нитратных форм азотных удобрений по снегу или замерзшей почве, т. к. значительная их доля смывается поверхностным стоком и загрязняет воды рек, прудов, озер.

При определении доз минеральных удобрений для озимой пшеницы необходим дифференцированный подход с тем, чтобы создавать оптимальное количество и соотношение питательных веществ в почве с учетом биологических особенностей питания этой культуры. Основное удобрение, его дозы и сочетание питательных элементов в большой степени зависят от предшественника, который обуславливает не только питательный режим, но и в значительной мере режим влажности почвы. Это существенно влияет на осеннее развитие растений, их перезимовку и урожайность.

Исследованиями Е.Н. Мишустина (1972) установлено, что содержание азота, фосфора и калия в черноземных почвах хватило бы для получения среднего урожая зерновых культур в течение нескольких десятков и сотен лет, но питательные вещества находятся здесь в труднодоступной для растений форме. Этим, по его мнению, объясняется необходимость внесения различных видов удобрений, чтобы активизировать микробиологические процессы в почве и улучшить питание растений. Нормальное снабжение их питательными веществами в различные фазы развития повышает продуктивность озимой пшеницы: увеличиваются длина колоса, число колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен.

Зная потребности озимой пшеницы в питательных веществах в разные фазы ее роста и развития, можно более правильно подойти к

применению удобрений в зависимости от биологических особенностей растений. Для формирования урожая 50–70 ц/га озимая пшеница использует 200–280 кг азота (3–4 кг/ц зерна). В паровом поле накапливается 80–120 кг/га нитратного и аммонийного азота, по многолетним бобовым – 60–80, по зерновым и пропашным предшественникам – 30–60 кг/га. Во время вегетации озимой пшеницы за счет минерализации гумуса количество азота увеличивается дополнительно на 20–50 кг/га. Коэффициент использования растениями азота почвы – 0,6–0,8 в зависимости от влагообеспеченности. При внесении органических удобрений надо учитывать, что в 1 т полуперепревшего навоза содержится до 5 кг азота, из которого растения в первый год усваивают 1–1,5 кг (20–30 %). Недостающее количество азота вносят в виде минеральных удобрений (коэффициент использования азота из удобрений – 0,7). На полях с плоскорезной обработкой мобилизация почвенного азота проходит медленнее, поэтому расчетные дозы азота увеличивают на 15–20 %.

Единого универсального агрохимического метода определения общей дозы азотного удобрения не существует. В связи с отсутствием картограмм, характеризующих степень обеспеченности почв азотом, Т.Н. Кулаковская (1990) предлагает определять дозы главным образом на основании потребности растений и вносить азотные удобрения по средним рекомендованным научно-исследовательскими учреждениями дозам. Ф.М. Пруцков и И.П. Осипов (1990) рекомендуют использовать для этих целей формулу:

$$D = U_n H,$$

где: D – доза азота, необходимая для получения заданного урожая;

U_n – запланированный урожай, ц/га;

H – нормативный расход азота на 1 ц зерна, кг.

М.К. Каюмов (1989) предлагает рассчитывать годовую дозу азота по его выносу планируемому урожаем озимой пшеницы с использованием агрохимических показателей по балансовому уравнению.

При обосновании доз удобрений под озимую пшеницу на всех типах почв положительные результаты дает учет следующих агрохимических показателей: химического состава (содержания NPK) основной и побочной продукции; выноса элементов минерального питания единицей урожая; обеспеченности почв доступными для растений азотом, фосфором, калием и микроэлементами; использования NPK почвы и удобрений в зависимости от типа почвы, погодных условий и уровня заданных урожаев; окупаемости 1 кг NPK урожаем (табл. 19).

Зная содержание элементов питания в органах растений, определяют вынос NPK планируемому урожаем. Для получения 50 ц/га зерна озимой пшеницы потребуется 125 кг/га азота ($50 \cdot 2,5$), 42,5 – фосфора ($50 \cdot 0,85$) и 25 кг/га калия ($50 \cdot 0,5$). Этому урожаю зерна соответствует 75 ц/га соломы ($50 \cdot 1,5^*$), с которой растениями будет вынесено из

* Отношение солома:зерно

почвы 37,5 кг/га азота ($75 \cdot 0,5$), 15 —фосфора ($75 \cdot 0,2$) и 75 кг/га калия ($75 \cdot 1$). Общий вынос равен сумме выносов питательных веществ отдельными органами: 162,5 кг/га азота ($125+37,5$), 57,5 —фосфора ($42,5+15$) и 100 кг/га калия ($25+75$). Для удобства расчета норм удобрений пользуются обычно выносом NPK 1 ц зерна. Тогда общий вынос питательных веществ делят только на заданный урожай зерна. Озимая пшеница на 1 ц зерна с соответствующим ему количеством соломы выносит (кг): N – 3,25 ($162,5:50$), P_2O_5 – 1,15 ($57,5:50$), K_2O – 2 ($100:50$). С увеличением урожая общий вынос элементов питания возрастает; но даже при больших колебаниях урожаев расход питательных веществ на 1 ц зерна – величина довольно постоянная, которой можно пользоваться при расчете норм удобрений на заданный урожай.

Таблица 19 – Содержание, вынос и соотношение питательных веществ в урожае озимой пшеницы

Показатель	N	P_2O_5	K_2O	Всего
Содержание NPK, %:				
в зерне	2,50	0,85	0,5	3,85
в соломе	0,50	0,20	1,0	1,7
Затраты на 1 ц зерна и соответствующее ему количество соломы, кг	3,25	1,15	2,00	6,4
Соотношение NPK:				
в долях единицы:				
азот принят за 1	1,00	0,354	0,616	2,97
фосфор принят за 1	2,826	1,00	1,739	5,565
калий принят за 1	1,625	0,575	1,00	3,20
в процентах	50,78	17,97	31,25	100

Технология получения запрограммированных урожаев озимой пшеницы предусматривает обоснование экономически выгодных доз удобрений для культуры (сорта), доля участия которых в получении заданной продуктивности иногда достигает 60–70 %. Логическая схема расчета доз удобрений на заданный урожай зерна озимой пшеницы при наличии картограмм обеспеченности почв питательными веществами, предложенная М.К. Каюмовым (1990), показывает, что для получения 50 ц/га зерна на данном поле потребовалось внести $N_{123}P_{101}K_{52}$, или в сумме 276 кг/га NPK (табл. 20).

Коэффициент перевода питательного вещества почвы из мг/100 г в кг/га (K_M): 1 мг/100 г почвы NPK для глубины пахотного слоя 22 см равен 34 кг/га, 28 см – 38 кг/га, 30 см – 41 кг/га. При указанных агрохимических показателях почвы за счет эффективного ее плодородия можно получить 27,2 ц/га (88,5 кг/га N: 3,25 кг/ц) зерна по азоту, 28 (32,2 кг/га P_2O_5 : 1,15 кг/ц) – по фосфору и 33,1 ц/га (66,3 кг/га K_2O : 2 кг/ц) зерна по калию.

Возможный вынос растениями азота, фосфора и калия из почвы (Вп) определяют на основе картограмм обеспеченности этими элементами по формуле:

Таблица 20 – Расчет норм питательных веществ на заданный урожай зерна озимой пшеницы 50 ц/га (глубина расчетного слоя почвы – 22 см; 1 мг/100 г почвы NPK=30 кг/га)

Показатель	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вынос на 1 ц зерна и соответствующее ему количество соломы (В ₁), кг	3,25	1,15	2,00
Общий вынос на заданный урожай (В _{об} = УВ ₁), кг/га	162,5	57,5	100
Содержание элементов в почве: мг/100 г (П) кг/га (ПК _м)	11,8 354	13,4 402	22,1 663
Коэффициент использования NPK из почвы (К _п)	0,25	0,08	0,10
Возможный вынос из почвы (В _п = ПК _м К _п), кг/га	88,5	32,2	66,3
Недостающее количество (В _у = В _{об} – В _п), кг/га	74,0	25,3	33,7
Коэффициент использования питательных веществ из удобрений в год их внесения (К _у)	0,60	0,25	0,65
Потребуется внести с учетом коэффициента использования NPK туков, (Д _{д.в} = В _у : К _у), кг/га	123	101	52

$$V_{п} = PK_{м}K_{п},$$

где: П – содержание элемента питания в почве, мг/100 г;

К_м – коэффициент для перевода питательного элемента из мг/100 г в кг/га;

К_п – коэффициент использования питательного вещества почвы.

Например, по картограмме в 100 г почвы содержится 10 мг легкогидролизующего азота (П). Если он используется на 25 % (К_п) из пахотного слоя 0–22 см (К_м = 30 кг/га), то растениями может быть усвоено 75 кг/га этого элемента питания:

$$V_{п} = 10 \text{ мг/100 г} \cdot 30 \text{ кг/га} \cdot 0,25 = 75 \text{ кг/га N.}$$

Схема расчета доз питательных веществ, представленная в таблице 8, может быть выражена формулой:

$$D_{д.в.} = \frac{УВ_1 - PK_{м}K_{п}}{K_{у}}$$

Подставив в формулу данные таблицы 8, рассчитывают дозу азота, необходимого для формирования 50 ц/га зерна озимой пшеницы:

$$D_{д.в.} = \frac{(50 \text{ ц/га} \cdot 3,25 \text{ кг/ц} \cdot 11,8 \text{ мг/100 г} \cdot 30 \text{ кг/га} \cdot 0,25)}{0,6} = 123 \text{ кг/га}$$

Как показали многолетние исследования М.К. Каюмова (1989), схема расчета необходимых доз питательных веществ и формула оправдывают себя до урожайности озимой пшеницы 75–80 ц/га. Если она превышает этот уровень, вносят соответствующие коррективы к методике расчета доз NPK и в первую очередь – на эффективное плодородие почвы, урожайная способность которой будет постоянно воз-

растать. Большая часть элементов питания почвы примет участие в формировании урожая, что позволит снизить потребность растений озимой пшеницы в НРК минеральных удобрений. Доза удобрений окажется меньше и в том случае, когда при расчете будет использована большая глубина пахотного слоя почвы.

Далее рассчитанную дозу удобрения распределяют по фазам роста и развития растений озимой пшеницы. При малых запасах минерального азота в 0–60 см слое почвы и, особенно в слое 0–30 см (менее 30–40 кг/га), что обычно бывает после зерновых и пропашных предшественников, 20–30 % общей потребности его вносят осенью под основную обработку почвы. Необходимость внесения азотных удобрений после бобовых возникает лишь в тех случаях, когда проходит мало времени от уборки парозанимающей культуры до посева озимой пшеницы, необходимого для того, чтобы достаточно накопилось азота в процессе разложения пожнивных и корневых остатков. Кроме того, отсутствие осадков и высокая температура, а также сильное пересушивание в сочетании с низкой температурой в этот период могут быть причиной слабого разложения органических веществ и недостаточного накопления минеральных соединений азота в почве. Допосевное внесение 20–30 % дозы удобрений дает лучшие результаты, чем перенесение этой части азота в подкормки.

Для основного внесения используют односторонние и комплексные минеральные удобрения, готовят необходимые тукоsmеси, применяют жидкий аммиак, аммиачную воду, жидкие комплексные удобрения (ЖКУ), азотные растворы (КАС). На почвах с промывным режимом с осени аммонийную селитру и другие удобрения, содержащие азот в нитратной форме, не вносят.

Самым доступным способом снабжения растения азотом в критические по отношению к элементу периоды их развития является подкормка. Именно поэтому система удобрения озимой пшеницы предусматривает дробное внесение азотных удобрений. Причем, при переходе от засушливой северной зоны к влажной южно-предгорной увеличивается кратность внесения этих удобрений. Внесение азота в подкормку в ранневесенний период способствует увеличению числа колосков и озерненности колоса. Более поздние подкормки оказывают положительное влияние не только на величину урожая, но и на качество зерна.

В степных и лесостепных районах эффективность весенней подкормки озимой пшеницы азотом зависит от увлажнения. Так, при весенних запасах продуктивной влаги в метровом слое средних и тяжелых суглинистых почв меньше 60 мм создаются крайне неблагоприятные условия; только в 10 % случаев подкормка азотными удобрениями дает положительные результаты. Когда запасы влаги составляют 60–100 мм, можно ожидать повышения урожая за счет подкормки в 20–30 % случаев. При запасах влаги от 100 до 150 мм в 40–60 % случаев наблюдаются положительные результаты. Если же запасы влаги в метровом слое почвы достигают 150–180 мм, создаются благоприятные условия и в 80–90 %

случаев от подкормки получают высокий эффект. В Нечерноземной зоне Российской Федерации целесообразность ежегодной весенней подкормки посевов озимой пшеницы азотом не вызывает сомнения. Однако здесь семь лет из десяти имеет место внутрипочвенный сток, который может продолжаться до 2 дней. При ранневесенней подкормке до прекращения внутрипочвенного стока вместе с гравитационной водой иногда вымывается 30–40 % азота из внесенных удобрений, что недопустимо с точки зрения охраны окружающей среды и экономии удобрений. На полях, где запасы влаги в слое почвы 0,5 м соответствуют наименьшей полевой влагоемкости, внутрипочвенного стока не бывает. В этом случае подкармливать посевы озимой пшеницы надо сразу после прекращения поверхностного стока. Большое значение имеет вторая весенняя подкормка, проводимая в период завершения кущения. В это время азотные удобрения усиливают облиственность стеблей и, что особенно важно, увеличивают фотосинтетическую поверхность последнего листа-флага. На его долю приходится 50–60 % прироста сухого вещества (Юркин С.Н., 1979).

Подкормки азотными удобрениями проводятся дробно с учетом результатов почвенной и растительной диагностики. Лучшие сроки подкормок – ранневесенняя (возобновление вегетации), начало фазы трубкования, колошение, начало формирования зерновки. При внесении азотных удобрений в начале возобновления весенней вегетации (II этап органогенеза) – 20 % общей дозы стимулируется весеннее кущение, формируются дополнительные побеги. При внесении 25–30 % установленной под озимую пшеницу дозы азотных удобрений в начале выхода растений в трубку (IV этап органогенеза) обеспечивается формирование повышенного числа продуктивных стеблей. Внесение 20–25 % дозы азота в период формирования последнего листа, когда колос в пазухе набух, но еще не появился, и до окончания колошения (VII–VIII этапы органогенеза) способствует росту озерненности колоса, увеличению массы 1000 зерен и повышению качества урожая. Следует помнить, что повышение озерненности колоса на одно зерно – это прибавка урожая на 100–120 кг/га. Увеличение массы 1000 зерен на 1 г – это также прирост еще 100–120 кг/га зерна (Никитин Ю.А., Орманджи К.С., Бурченко П.Н., 1988).

Эффективность весенних подкормок посевов озимой пшеницы, как было уже отмечено, зависит от сроков их проведения и погодных условий, прежде всего влагообеспеченности. Весенние азотные подкормки усиливают регенерацию отмерших стеблей, кущение, ускоряют рост и формирование фотосинтезирующего аппарата. Оптимизация азотного питания растений в этот период увеличивает количество продуктивных стеблей, ускоряет и усиливает процессы дифференциации и формирования репродуктивных органов, а затем образование более озерненных колосьев, повышает массу зерна одного колоса и в итоге урожай озимой пшеницы. Максимальные прибавки урожая зерна достигают от азотных подкормок, проводящихся в начале активного отрастания озимой пшеницы, когда температура почвы на глубине 10 см составляет 7–9°C, а сумма положительных среднесуточных температур за период после схода снега

превысит 200°C. Именно в этот период активизируются ростовые процессы и увеличивается скорость поглощения растениями озимой пшеницы азота и, как следствие, – посевы более полно используют удобрения. При слишком раннем проведении азотных подкормок – по мерзлой почве в конце таяния снега – по таломерзлой почве, так называемому «черепку», возрастает опасность потерь внесенного азота за счет поверхностного стока, особенно на склонах, внутрпочвенной миграции и денитрификации нитратов и загрязнения грунтовых вод. Запаздывание с подкормкой также снижает ее эффективность из-за иссушения почвы, а при хорошей влагообеспеченности из-за усиления, с повышением температуры, мобилизации азота почвы. Для прогноза оптимального срока подкормок посевов используют данные метеорологической службы о времени окончательного схода снега и начале весенней вегетации растений озимой пшеницы. В Нечерноземной зоне подкормку следует начинать спустя 10–15 дней, в лесостепной зоне – 7–10 дней после полного схода снега, заканчивать ее проведение необходимо соответственно за 8–10 и 4–5 дней.

Высокий эффект от ранневесенней азотной подкормки посевов озимой пшеницы объясняется тем, что растения трогаются в рост рано весной и в это время особенно нуждаются в азоте, который осенью и весной вымывается из корнеобитаемого слоя, а накопление его из-за подавленности микробиологического процесса вследствие низкой температуры происходит слабо. Поэтому чем позже проводят весной подкормку посевов азотными удобрениями, тем ниже ее эффективность, так как с повышением температуры усиливается мобилизация азота почвы микроорганизмами. Своевременная подкормка посевов озимой пшеницы азотными удобрениями усиливает рост растений, которые более интенсивно используют воду, накапливающуюся в почве за осенне-весенний период, способствует лучшему усвоению посевами питательных веществ и ранее внесенных удобрений.

Урожай озимой пшеницы и ее отзывчивость на внесение азотных удобрений тесно связаны с содержанием в почве доступного растениям минерального азота, поэтому доза удобрений для весенней подкормки устанавливается с учетом запаса аммонийного и нитратного азота в 0–1 м корнеобитаемом слое почвы. Почвенную диагностику в Поволжье и Центрально-Черноземной зоне проводят осенью, после того как среднесуточная температура установится ниже +10°C, на глубину до 40–60 см, в Нечерноземной зоне и на Северном Кавказе – весной, после оттаивания почвы на глубину 60–100 см. В отобранных образцах определяют содержание аммонийного и нитратного азота и с учетом объемной массы почвы рассчитывают запас минерального азота в слое 0–40, 0–60 и 0–100 см. Запас азота в слое 0–60 см обычно составляет 60–70 % от его содержания в метровом слое. При осенней диагностике целесообразно выборочное весеннее обследование на полях, типичных по применению удобрений, предшественнику и обработке почвы.

Запасы минерального азота в дерново-подзолистых, серых лесных и черноземных почвах в слое 0–100 см в Нечерноземной зоне и 0–40 см в

южных районах Российской Федерации, обеспечивающие получение планируемых урожаев озимой пшеницы, должны быть следующими:

Содержание минерального азота, кг/га	Урожайность, ц/га
80	26-30
90	31-35
110	36-40
120	41-45
140	46-50
160	51-55
180	56-60

Определение запаса минерального азота в почве позволяет уточнить дозы азота, вносимые в первую подкормку посевов озимой пшеницы, и, следовательно, способствует более рациональному использованию азотных удобрений. Величину первой подкормки определяют по формуле:

$$D = N_1 - N_2,$$

где: D – доза азота для первой подкормки, кг/га;
 N_1 – содержание минерального азота в слое почвы в зависимости от зоны, обеспечивающее запланированный уровень урожая, кг/га;
 N_2 – фактическое содержание минерального азота в соответствующем слое почвы, кг/га.

При расчетной дозе азота, составляющей более 80 кг/га, в первую подкормку вносят 40–50 кг/га. Более высокие разовые дозы азота могут вызвать интенсивное кущение и образование непродуктивных побегов.

Основным критерием для дифференциации вносимых под озимую пшеницу доз азотных удобрений при дробном внесении их в период весенне-летней вегетации является густота стояния растений и количество синхронно развитых побегов перед уходом в зиму и при возобновлении весенней вегетации в конкретных почвенно-климатических зонах. В таблице 21 указаны рекомендуемые для Нечерноземной зоны Российской Федерации дозы азота, вносимого в весеннюю подкормку озимой пшеницы, с учетом содержания этого элемента в почве и густоты стояния растений (Дерюгин И.П., 1991).

Таблица 21 – Дозы азота для первой весенней подкормки озимой пшеницы в зависимости от содержания минерального азота в почве и густоты стояния растений

Запас азота в слое почвы 0-60 см, кг/га	в том числе N-NO ₃	Дозы азота, кг/га		
		Число растений на 1 м ²		
N-NO ₃ + N – NH ₄		< 300	300-400	>400
90-120	< 20	60–70	60	30
	20–50	30–40	30	0
120-150	< 30	60	30	20
	30–60	30	0	0
150-180	30–40	20	0	0
	>40	0	0	0

Почвенную диагностику, особенно рано весной, оперативно провести весьма трудно. Поэтому установить необходимую дозу азота для первой ранневесенней подкормки посевов озимой пшеницы можно по результатам химического анализа растений (листовой или тканевой диагностики) в фазы весеннего кущения и трубкования. Содержание общего азота в листьях верхнего яруса озимой пшеницы в фазы колошения и цветения растений, выращенных в разных географических зонах, очень близко, химический состав озимых зерновых культур – довольно устойчивая величина, отклонения от него, как правило, – следствие изменения условий питания (табл. 22; Малюга Н.Г., 1992).

Таблица 22 – Содержание азота в растениях озимой пшеницы в фазу кущения и трубкования и дозы подкормки азотными удобрениями для повышения урожая зерна

Содержание азота в растениях, % абсолютно сухого вещества		Обеспеченность растений азотом	Потребность в подкормке	Доза азота для подкормки, кг/га д.в.
кущение	трубкование (середина выхода в трубку)			
< 3,0	< 1,5	Очень низкая	Очень сильная	60–80
3,1–3,5	1,6–2,0	Низкая	Сильная	40–60
3,6–4,0	2,1–2,5	Средняя	Средняя	30–40
4,1–4,5	2,6–3,0	Ниже оптимальной	Слабая	20–30
> 4,5	> 3,0	Оптимальная	Отсутствует	0

По величине отклонения содержания азота от оптимальных значений можно судить об обеспеченности растений озимой пшеницы этим элементом. Учитывая, во сколько раз оптимальное содержание в растениях больше или меньше фактического, дозу удобрений для подкормок во время вегетации определяют по формуле:

$$D = D_y \frac{C_{\text{опт}}}{C_{\text{факт}}},$$

где: D – уточненная доза азота по результатам анализа растений, кг/га;
 D_y – установленная доза азота для первой весенней подкормки на конкретном поле, кг/га;
 $C_{\text{опт}}$ – оптимальное содержание элемента, %;
 $C_{\text{факт}}$ – найденное содержание элемента, %.

Оперативное диагностическое заключение о назначении подкормки делают исходя из содержания нитратного азота в листьях озимой пшеницы (табл. 23; Церлинг В.В., 1978).

Некорневые подкормки проводят аммонийной селитрой, карбамидом, КАС, ЖКУ, а корневые – комплексными удобрениями.

Вторая азотная подкормка посевов озимой пшеницы в фазе выхода в трубку проявляет свое положительное действие, если имеются реальные условия для формирования урожая более 4 т/га и при диагностике выявлено избыточное потребление растениями фосфора и калия и

особенно, если по каким-либо причинам растения не подкармливали в период кушения. Диагностику питания растений проводят по содержанию в растениях общего азота или по концентрации NO_3^- в клеточном соке (табл. 24). Аналогично ведут диагностику для фосфора и калия.

Таблица 23 – Содержание нитратного азота в вегетативных органах растений озимой пшеницы в фазе кушения и выхода в трубку, мг/кг сырой массы

Группа по обеспеченности	Обеспеченность растений	Кушение (3-й лист)	Выход в трубку (4-5-й лист)
1–2	Очень слабая	< 100	< 50
3	Слабая	100–200	50–100
4–5	Средняя	201–710	101–220
6	Высокая	> 710	>220

Вторую подкормку посевов озимой пшеницы проводят поверхностно аммонийной селитрой, удобрения вносят с помощью наземной техники по технологической колее. В сухую погоду более эффективна некорневая подкормка растений мочевиной, но при этом нужно избегать ожога листьев. Уберечь листья от ожогов можно, внося за один прием не более 30 кг д. в. азота. В случае необходимости увеличения дозы более 30 кг подкормку проводят в два приема с разрывом не менее 8 дней. Эффективность азотных подкормок можно значительно повысить добавлением к рабочему раствору мочевины гумата натрия (300 г/га), сернокислой меди (80 г/га), сернокислого марганца (220 г/га) и смачивателей (детергентов). Стимуляторы роста и микроэлементы повышают урожай и улучшают его качество. Детергенты увеличивают площадь смачивания листьев, улучшают усвоение элементов питания (Пруцков Ф.М., Осипов И.П., 1990).

Потребность в подкормке посевов озимой пшеницы и доза удобрения устанавливаются на основании содержания азота в листьях. В таблице 25 приведены уровни обеспеченности озимой пшеницы азотом в период колошение-цветение, по которым устанавливается потребность растений в азотных удобрениях и их оптимальные дозы (Малюга Н.Г., 1992).

Таблица 24 – Потребность посевов озимой пшеницы в азотной подкормке в фазе трубкования

Показатель содержания NO_3^- в основании стеблей*	Обеспеченность, балл	Необходимость подкормки и доза
Нет окраски	0	3-1 балл; подкормка азотом – 30-60 кг/га
Бледно-голубая окраска	1	1-2 балла; подкормка азотом – 20-30 кг/га при планировании урожая свыше 2,5 т/га
Ярко-синяя окраска	2	То же
Темно-синяя окраска	3	Подкормка нецелесообразна

* Окрашивание сока дифениламиноом.

Таблица 25 – Обеспеченность растений озимой пшеницы азотом в период колошение-цветение и потребность в поздней подкормке для получения сильной пшеницы

Содержание азота в листьях, % сухого вещества			Обеспеченность растений азотом	Потребность в подкормке	Доза азота для подкормки, кг д.в. на 1 га
массовое колошение-начало цветения	полное цветение	конец цветения-начало формирования зерновки			
< 3,0	<2,5	< 2,0	Низкая	Очень сильная	60–80
3,1–3,5	2,6–3,0	2,1–2,5	Средняя	Сильная	40–60
3,6–4,0	3,1–3,5	2,6–3,0	Оптимальная	Средняя	30–40
> 4,0	>3,5	> 3,0	Выше оптимальной	Слабая или отсутствует	20–30

Основной фактор, сдерживающий синтез белка и клейковины в зерновках озимой пшеницы, – недостаток азота во второй критический период (конец трубкования–начало восковой спелости зерна). К фазе восковой спелости в зерне накапливается около 80 % азота от максимального его количества. Остальная часть этого элемента поступает уже во время восковой спелости зерна. Если растения испытывают недостаток азота, в зерновках замедляется синтез белка и клейковины. В этот период азот поступает только в зерновки, чем и объясняется существенное влияние поздних азотных подкормок на качество зерна озимой пшеницы. Чаще всего поздние азотные подкормки проводят на посевах твердых и сильных пшениц. Они позволяют повысить содержание белка в зерне на 2–3 %, клейковины – на 4–8, стекловидность зерна – на 15–50 %. Кратность поздних подкормок определяется уровнем запланированного урожая и содержанием азота в фазе колошения растений. Если азота в листьях недостаточно, а урожай формируется высокий, то поздние некорневые азотные подкормки проводят дважды: одну – в фазе цветения растений, другую – в молочную спелость зерна. Суммарная доза азота при этом не должна превышать 60–70 кг/га д.в.

Эффективность некорневых азотных подкормок посевов озимой пшеницы тесно связана с влажностью пахотного слоя в день проведения этого агроприема. Содержание протеина в зерне увеличивалось на 1–3 %, снижения белковистости зерна не наблюдалось, когда влажность почвы составляла 70–80 % от наименьшей полевой влагоемкости. Отсюда практический вывод: некорневую подкормку азотными удобрениями после колошения нужно выполнять при влажности почвы 70–80 % от наименьшей полевой влагоемкости. При некорневой подкормке посевов озимой пшеницы существенная часть элементов питания из минеральных удобрений используется растениями через листья и другие надземные органы, от степени обводненности которых зависят величина и скорость усвоения азота (Юркин С.Н., 1979).

Однако никогда не следует преувеличивать значимости дробного внесения азотных удобрений, особенно в зоне неустойчивого увлажнения

ния, так же как и недооценивать этот прием. При влажности почвы менее 25 % или более 80 % наименьшей влагоемкости (НВ) подкормка неэффективна. Три подкормки эффективны только в годы достаточного и сильного увлажнения на почвах с содержанием нитратного азота менее 60 кг/га в слое 0–100 см (табл. 26; Андриеш С.В., Гожинецкая А.К., 1989). Обычно при общей годовой дозе азотных удобрений менее 60–70 кг/га целесообразность дробного внесения их невелика (Дерюгин И.П., 1991).

Таблица 26 – Прогноз эффективности азотных подкормок озимой пшеницы в зависимости от влагообеспеченности и содержания нитратного азота в почве

Содержание N—NO ₃ в 0-100 см слое почвы, кг/га	Прогноз потребности в подкормках
<i>Очень засушливые годы (<120 мм осадков за сентябрь-март)</i>	
< 60	Не требуется
60–100	То же
> 100	
<i>Засушливые годы (120–200 мм за сентябрь-март)</i>	
<60	1 подкормка
60–100	Не требуется
> 100	То же
<i>Годы со средним увлажнением (200–280 мм за сентябрь-март)</i>	
< 60	2 подкормки
60–100	1 подкормка
> 100	Не требуется
<i>Годы достаточного увлажнения (280–360 мм за сентябрь-март),</i>	
< 60	3 подкормки
60–100	2 подкормки
> 100	Не требуется
<i>Годы сильного увлажнения (>360 мм за сентябрь-март)</i>	
< 60	3 подкормки
60–100	2 подкормки
> 100	1 подкормка

Если подкормка посевов озимой пшеницы азотными удобрениями необходима (решение о ее целесообразности принимается на основании тканевой и/или листовой диагностики), ее проводят в период колошение–молочная спелость водным раствором карбамида или карбамидом и аммонийной селитрой (плавом) или же выпускаемыми промышленностью растворами азотных удобрений. Лучшей формой из азотных удобрений для подкормки является мочевины. Водный раствор ее имеет нейтральную реакцию, благодаря чему концентрация азота может быть более высокой. Дозу мочевины в рабочем растворе доводят до 20–30 %. Азот в мочеvine содержится в амидной форме, которая, проникая в растения, сразу же используется ими на синтез аминокислот. Мочевина является не только источником азотного питания, но и физиологически активным веществом, существенно усиливает фотосинтез и, увеличивая гидролиз азотсодержащих органических веществ в вегетативных органах, способ-

ствует более полному оттоку азотистых веществ из них в колос. Раствор мочевины, близкий к насыщенному, не вызывает ожога вегетативных органов растений в фазу цветения. Аммонийная селитра, в отличие от мочевины, дает сильные ожоги растений при 2–5 %-ной концентрации раствора (Лисовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.Н., 1989).

Рабочие растворы для некорневых подкормок посевов готовят на стационарных растворных узлах и в мобильных емкостях. При внесении водного раствора мочевины на ассимиляционную поверхность озимой пшеницы необходимо стремиться к тому, чтобы образовывались капли не больше 50–100 мк, т. к. более крупные стекают, а мелкие не долетают до растения. Раствор карбамида применяют 30 %-ной концентрации (65 кг карбамида на 150 л воды). Для приготовления плава 45 кг карбамида и 22 кг аммонийной селитры растворяют в 40 л воды. За концентрацией рабочего раствора устанавливается контроль с помощью ареометра. Удельный вес раствора мочевины 1,1 г/см³, плава – 1,3. Норма расхода раствора карбамида – 200, плава – 100 л/га. При некорневой подкормке посевов озимой пшеницы эффективно добавление к азотным удобрениям микроэлементов, а также гумата натрия из расчета 50 г/га.

При авиаобработке посевов озимой пшеницы максимальная ширина рабочего захвата самолета Ан-2 при норме 200 л/га – 22 м, 100 л/га – 30 м. Высота полета самолета – 5 м, скорость ветра – до 5 м/с. Некорневую подкормку следует проводить в пасмурную погоду, а также рано утром или к вечеру при температуре воздуха до 22°С. При более высокой температуре воздуха целесообразно применять плава, т. к. его раствор медленнее испаряется. Если вслед за подкормкой посевов пройдет дождь, то эффективность ее резко снижается. Корневая подкормка дает худший результат, чем некорневая. Подкормка эффективна на высоких агрофонах, при хорошем удобрении до посева.

Важная роль в системе удобрения озимой пшеницы принадлежит фосфору. Оптимальное содержание подвижного фосфора (мг/кг) в различных почвах для озимой пшеницы находится в следующих пределах:

- в дерново-подзолистых суглинистых южно-таежной лесной зоны и почвах лесостепной зоны – 180–200 (по Кирсанову);
- в обыкновенных черноземах – 140–160 (по Чирикову);
- в карбонатных почвах – 30–34 (по Мичигину).

При низком содержании подвижного фосфора урожайность озимой пшеницы по сравнению с оптимальным снижается на дерново-подзолистых суглинистых почвах на 43 %; дерново-подзолистых супесчаных – 22 %, почвах лесостепной зоны – на 38–53 %, степной – на 39–68, сухостепной – на 34–60 %.

Для получения 50–70 ц/га зерна озимой пшеницы на почвах со средней обеспеченностью фосфором требуется внести 125–175 кг/га Р₂О₅. На формирование 1 т зерна озимой пшеницы в лесостепной и предгорной зоне необходимо 23–30 кг фосфора, в степной – 26–30, сухостепной – 24 кг. Доза внесения фосфорных удобрений под озимую пшеницу корректируется в зависимости от содержания подвижного

фосфора в почве: при повышенном содержании применяется коэффициент 0,7, при высоком – 0,5, при низком – 1,3.

Фосфор малоподвижен в почве и практически весь закрепляется в том слое, в который были внесены удобрения, поэтому удобрения применяют под основную обработку почвы, причем максимальный эффект достигается при послойно-ленточном расположении питательных веществ на глубину до 20 см и с расстоянием между лентами около 20 см. Недопустима заделка фосфорных удобрений культиватором или дисковой бороной, т. к. при этом до 90 % гранул остается в верхнем (3 см) быстро пересыхающем слое почвы.

Усвоение фосфора растениями озимой пшеницы в холодную погоду резко замедляется. Это приводит к фосфорному голоданию, особенно на кислых почвах, и ослаблению роста растений. Позднее признаки голодания могут исчезнуть, однако задержка в росте снижает урожайность. Внесение фосфорных удобрений в рядки при посеве полностью обеспечивает потребность растений в фосфоре в начальный период роста. В качестве стартового удобрения применяют 10–20 кг/га P_2O_5 в виде суперфосфата, аммофоса и ЖКУ, а по зерновым и пропашным предшественникам в зоне достаточного увлажнения – в составе комплексных удобрений. Фосфорсодержащие гранулированные удобрения при внесении в рядки необходимо предварительно просеять. Слежавшиеся и влажные удобрения непригодны для внесения. Припосевное внесение гранулированного суперфосфата имеет большое значение для обеспечения растений фосфором в начальный период, когда они еще слабо усваивают его из удобрений, внесенных раньше под предпосевную обработку, и из почвы. Гранулированный суперфосфат особенно выгоден в экономическом отношении. При рядковом внесении оплата каждого центнера удобрений в 2–3 раза выше, а денежные и трудовые затраты в 3 раза меньше, чем при внесении вразброс порошковидного суперфосфата.

Высокая эффективность локального размещения удобрений в пределах корнеобитаемого слоя почвы обусловлена его приближением к сфере деятельности корневой системы растений. Коэффициент использования питательных веществ растениями озимой пшеницы при этом резко возрастает и может достигать 30–40 % против 12–15 % при разбросном внесении. Происходит это за счет интенсивного нарастания мелких ветвящихся корешков в зоне повышенной концентрации питательных веществ. Эффективность припосевного удобрения суперфосфатом усиливается при сочетании его с основным удобрением и подкормками. Снижение эффективности этого приема возможно при систематическом внесении повышенных доз фосфорных удобрений, а также при отсутствии достаточного количества в почве других питательных веществ, особенно азота. Поэтому внесение гранулированного суперфосфата в рядки более эффективно при посеве озимой пшеницы после чистого и занятого пара, бобовых трав, зернобобовых культур. Слабое действие суперфосфата при посеве озимой пшеницы после зерновых культур связано с большим дефицитом в почве минерального

азота. Аммофос, нитроаммофос, нитроаммофоска и нитрофоска имеют преимущество перед суперфосфатом после стерневых и поздноубираемых предшественников, что связано с недостаточной обеспеченностью растений озимой пшеницы азотом.

Если с осени не было внесено необходимое количество фосфорных удобрений, то необходимо весной провести корневые или некорневые путем опрыскивания посевов жидкими комплексными удобрениями по технологической колее подкормки. Однако они менее эффективны, чем предпосевное внесение фосфорных удобрений.

Фосфорные удобрения повышают зимостойкость озимых культур, на 15–20 % снижают расход воды на единицу урожая.

Калийные удобрения. Для получения 50–70 ц/га зерна озимой пшеницы требуется в среднем внести 60–140 кг/га K_2O . Действие калийных удобрений на урожайность озимой пшеницы зависит от общего содержания калия в почве и от внесения навоза, в котором содержится значительное его количество. Калием более богаты глинистые и тяжелосуглинистые почвы, меньше его содержится в супесчаных почвах. Потребность в калийных удобрениях посевов озимой пшеницы зависит также от планируемого урожая и предшествующих культур, которые потребляют большое количество калия (подсолнечник, кукуруза, картофель).

В зависимости от зоны возделывания на формирование 1 т зерна растения озимой пшеницы расходуют 13–32 кг д.в. калия: в лесной – 28–32 кг, лесостепной и предгорной – 15–26, степной – 15–19, сухостепной – 13–17 кг.

Доза внесения калийных удобрений корректируется в зависимости от содержания калия в почве: при повышенном содержании применяется коэффициент 0,7, при высоком – 0,5, при низком – 1,3. При внесении органических удобрений следует учитывать, что из каждой тонны полуперепревшего навоза растения в год внесения усвоят 3 кг K_2O , на второй год (последствие) – 1,5 кг K_2O . На солонцовых комплексах калийные удобрения не применяют.

Калийные удобрения вносят вместе с фосфорными под основную обработку почвы. Это позволяет расположить калий в корнеобитаемом слое, а при внесении хлористого калия и калийной соли вымыть хлор осенне-зимними осадками в более глубокие слои почвы. Калийные удобрения легкорастворимы и поэтому сразу взаимодействуют с почвой. Большая часть калия поглощается обменно, но при обильных осадках он постепенно вымывается из пахотного слоя. Эффективность калийных удобрений значительно возрастает при сочетании их с азотными, фосфорными и органическими удобрениями.

Отзывчивость озимой пшеницы на калийные удобрения ослабляется при продвижении с севера на юг, особенно в степных районах на обыкновенных и южных черноземах. Это происходит из-за повышения концентрации солей в почве под воздействием калийных удобрений, что при недостатке влаги ухудшает рост растений и их продуктивность. На осушенных торфяных почвах эффективность калийных удобрений возрастает.

Микроудобрения, содержащие медь и бор, вносят на дерново-подзолистых и серых лесных почвах; марганец, кобальт, молибден и цинк лучше вносить на черноземных и каштановых почвах. Способ внесения – обогащение семян и некорневая подкормка. Дозы внесения микроудобрений для предпосевного смачивания семян озимой пшеницы следующие: сульфат меди – 800–900 г/т, сульфат цинка – 800–1000, сульфат марганца – 700–800, сульфат кобальта – 600–700, молибдат аммония – 700–800, борная кислота – 800–900 г/т семян. Обработку семян микроэлементами можно совмещать с протравливанием, применением регуляторов роста и пленкообразующих веществ. При некорневой подкормке растений озимой пшеницы рекомендуются следующие дозы: молибдат аммония – 600 г/га, сульфат марганца – 220, борная кислота – 110, сульфат меди – 130, сульфат кобальта – 160, сульфат цинка – 150 г/га. Внесение микроудобрений можно совмещать с подкормкой посевов озимой пшеницы азотными удобрениями, ЖКУ, применением гербицидов и регуляторов роста, а при обогащении семян – с их протравливанием. Для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки посевов применяют один из видов микроудобрений, предпочтительно содержащийся в почве в недостаточном количестве.

Наряду с минеральными удобрениями в получении высоких урожаев озимой пшеницы важное значение имеют органические. Обычно даже на черноземах при внесении в пару 20 т/га навоза урожай зерна может повышаться на 0,4–0,5 т/га, а при использовании более высоких доз – на 0,8–1 т/га. При систематическом применении навоза улучшается структура и усиливается биологическая активность почвы, повышаются поглотительная способность и буферность почв. Органические удобрения, усиливая биологическую деятельность, в целом положительно влияют на превращение неусвояемых растениями соединений элементов минерального питания в усвояемые. Навоз в процессе минерализации органического вещества выделяет углекислоту. Считается, что при разложении 30 т навоза в 1 м³ надпочвенной атмосферы поступает 1,2 л СО₂ (среднее же количество не превышает 0,3 л/м³). Благодаря такому многостороннему влиянию навоза достигается более высокое и устойчивое действие минеральных удобрений. Поэтому рациональная система удобрения должна строиться на правильном сочетании органических и минеральных удобрений.

При внесении навоза дозы минеральных удобрений можно уменьшить соответственно внесенному количеству доступных питательных веществ. Расчет ведут по формуле:

$$D = УНК - \frac{D_n C_n K_n}{100},$$

где: D – доза удобрений, необходимая для получения запланированного урожая, кг/га по д. в.;

У – планируемый урожай, ц/га;

Н – нормативный расход питательных веществ на 1 ц зерна, кг;

К – поправочный коэффициент на агрохимические свойства почвы;

D_n – количество внесенного навоза, т/га;

C_n – содержание питательного вещества в 1 т навоза, кг;

K_n – коэффициент использования питательного вещества из навоза в первый год.

Могут быть различные виды навоза, и содержание питательных веществ в нем изменяется в зависимости от способов содержания скота. В 1 т навоза с соломенной подстилкой крупного рогатого скота принято считать в среднем: 4,5 кг N, 2,3 кг P₂O₅, 5 кг K₂O и 4 кг CaO. В безподстилочном навозе коров и молодняка на откорме содержится: сухого вещества – 14,5 %, общего азота – 0,77 %, фосфора – 0,44 % и калия – 0,5 %; в экскрементах свиней на комплексах – соответственно 9,8; 0,72; 0,47 и 0,21 %. При гидросмыве навоза экскременты скота разбавляются в 4–6 раз, получаемый при этом жидкий навоз содержит меньше питательных веществ и требуются большие емкости для его хранения (Васильев В., Полунин С., 1975).

Навоз обеспечивает озимую пшеницу питательными веществами примерно в соотношении N:P₂O₅:K₂O=1:0,6:3, а в урожае эти элементы содержатся в соотношении 3:1:3. Неблагоприятное соотношение доступных питательных веществ в навозе для озимой пшеницы может быть исправлено внесением минеральных удобрений в рядки, при посеве и в подкормку. Величина прибавок урожая озимой пшеницы от навоза зависит от предшественников, по которым она размещается. По данным Я.В. Губанова и Н.Н. Иванова (1983), в среднем за 9 лет внесение навоза в дозе 20 т/га в черном пару дало прибавку зерна 7,3 ц/га, после кукурузы на силос – 11,1, после гороха – 7,8, после многолетних трав – 6,9 ц/га. Существенное значение имеют глубина заделки навоза и компостов и степень их перемешивания с почвой, зависящие от гранулометрического состава почвы и состояния ее увлажнения. На тяжелых почвах, как правило, заделка должна быть мельче (10–14 см) и на супесчаных и легкосуглинистых глубже (16–18 см).

Органические удобрения дают высокий эффект и при внесении их под предшественники озимой пшеницы. Последствие удобрений в сочетании с прямым действием позволяет получать повышенные урожаи и предшественника, и озимой пшеницы. При этом растения меньше ощущают недостаток воды по сравнению с внесением высоких доз навоза непосредственно под озимую пшеницу.

Наиболее эффективен навоз в качестве удобрения в Нечерноземной зоне при внесении 30–40 т/га. Более высокие дозы навоза, особенно применяемого в чистом пару, могут ухудшать перезимовку растений и усиливать полегание посевов. Обычно из навоза в первый год усваивается 15–20 % азота, 30–40 % фосфора и 45 % калия, во второй год – по 10–15 % фосфора и азота и 10 % калия, в третий – до 10 % азота и калия. Поэтому расчет потребности озимой пшеницы, как и других культур, в минеральных удобрениях ведут с учетом использования элементов питания из навоза (Дерюгин И.П., 1991).

Последствие навоза на черноземах выражено сильнее, чем на дерново-подзолистых почвах, а в степных районах оно несколько даже выше, чем прямое действие на озимые. Применение навоза, кроме повышения урожайности культур, способствует борьбе с засухой, поскольку расход воды на образование 1 ц зерна на хорошо удобренном поле в 2 раза меньше, чем на неудобренном. В засушливых условиях и при повы-

шенном содержании гумуса в почве общая прибавка урожая трех культур от 20 т навоза снижалась с 12,4 до 9,5 ц/га (Гулякин И.В., 1977).

Урожайность озимой пшеницы зависит от кислотности почвы: при рН водной вытяжки ниже 6,0 и солевой ниже 5,0 озимая пшеница проявляет признаки слабого развития и положительно реагирует на известкование почв. Известь вносят под вспашку или перед культивацией. Расчет дозы извести на 1 га проводят по гидролитической кислотности. Для нейтрализации 1 мг водорода в 100 г почвы (так называемой скрытой кислотности) на 1 га требуется 1,5 т извести. Для глинистых почв вносимую дозу извести следует несколько увеличить, а для песчаных – уменьшить. При известковании почва обогащается кальцием и магнием. В севообороте известковые материалы следует вносить в почву 2–3 раза за ротацию из расчета 3–5 т/га под вспашку и 0,5–1,0 т/га – при культивации в зависимости от кислотности почвы (Ковтун И.И., Гойса Н.И., Митрофанов Б.А., 1990).

Известкование повышает эффективность минеральных и органических удобрений. Как следует из приведенных Ф.М. Пруцковым и И.П. Осиповой (1990) данных, урожайность озимой пшеницы в среднем за 4 года без удобрений составила 9,1 ц/га, при внесении 3 т/га извести – 10,8; 3 т/га извести + 0,5 ц/га суперфосфата в рядки при посеве – 10,7 ц/га; 3 т/га извести + 3 ц/га фосфоритной муки + 1 ц/га хлористого калия под вспашку + 0,5 ц/га суперфосфата в рядки при посеве + 0,7 ц/га аммиачной селитры при подкормке – 20,3 ц/га, а при внесении дополнительно к последнему варианту 20 т навоза – 26,8 ц/га. Самая высокая прибавка урожая озимой пшеницы (17,7 ц/га) получена от совместного внесения навоза, извести и минеральных туков.

Для различных типов почв и в зависимости от предшественников, рекомендуют следующую систему удобрения (табл. 27; Агеев В.В. и др., 1999).

Таблица 27 – Примерная система удобрений озимой пшеницы на разных почвах (основное + припосевное + ранневесенняя подкормка + поздняя подкормка), кг/га д.в.

Почва	Предшественник			
	чистый пар	занятый пар	озимая пшеница	пропашные культуры
Чернозем карбонатный	$P_{60}+0+0+N_{30}$	$N_{30}P_{60}K_{30}+0+0+N_{30}$	$N_{60}P_{40}K_{40}+P_{20}+N_{30}+N_{30}$	$N_{60}P_{40}K_{40}^*+0+P_{20}+N_{30}+N_{30}$
Чернозем солонцеватый	$P_{40}+0+0+N_{30}$	$P_{60}K_{30}+0+0+N_{30}+N_{30}$	$N_{60}P_{60}K_{30}+0+N_{30}+N_{30}$	$N_{60}P_{60}K_{60}^*+0+N_{30}+N_{30}$
Чернозем выщелоченный	–	$N_{60}P_{90}K_{30}+0+0+N_{30}$	$N_{60}P_{60}K_{60}+0+N_{30}+N_{30}$	$N_{60}P_{60}K_{60}^*+0+N_{30}+N_{30}$
Темно-каштановая	$P_{90}+0+0+N_{30}+N_{30}$	$0+P_{20}+N_{30}+N_{30}$	$0+P_{20}+N_{30}+N_{30}$	$P_{40}K_{40}+0+N_{30}+N_{30}$
Каштановая	$P_{60}+0+N_{30}+N_{30}$	$P_{30}K_{40}+0+0+N_{30}$	$P_{30}+P_{20}+0+N_{30}$	$P_{30}+P_{20}+0+N_{30}$
Светло-каштановая	$P_{40}+0+0+N_{30}$	$0+P_{20}+0+N_{30}$	$0+P_{20}+N_{30}+N_{30}$	–

Примечание: * – возможно внесение под предпосевную культивацию.

Рекомендованная система удобрения в хозяйстве корректируется, особенно дозы удобрений, с учетом содержания питательных веществ в почве, в зависимости от планируемого урожая, а также экономических условий. При ограниченных ресурсах удобрений обязательным и необходимым агротехническим приемом считается рядковое внесение фосфорного удобрения и проведение некорневой азотной подкормки посевов озимой пшеницы в фазу выход в трубку-колошение по благоприятным предшественникам, а ранневесенней, по возможности, – по непаровым. В основное удобрение следует вносить имеющийся в хозяйстве навоз, выращивать промежуточные культуры на зеленое удобрение.

Схемы системы удобрения озимой пшеницы после различных предшественников могут быть следующие.

Пар чистый. При размещении по чистому пару на дерново-подзолистых почвах под озимые вносят основное удобрение в виде навоза или навоза совместно с фосфорно-калийными туками. На выщелоченных черноземах лесостепи применяют навоз или фосфорные и калийные удобрения. На обыкновенных и южных черноземах целесообразно к навозу добавлять фосфорные удобрения. При посеве в рядки вносят суперфосфат.

Пар, занятый картофелем, кукурузой и другими пропашными культурами. Если парозанимающие растения получили навоз, то под озимые вносят до посева фосфорные и калийные удобрения, в рядки при посеве – суперфосфат и проводят азотную подкормку.

Пар, занятый викой, горохом, клевером и другими бобовыми культурами. Под озимую пшеницу вносят фосфорные и калийные удобрения до посева и при посеве фосфорные (суперфосфат) в рядки. В случае низкого урожая бобовых культур, а также слабого разложения остатков парозанимающих растений целесообразно в рядки или до посева озимой пшеницы внести азотные удобрения. При уборке парозанимающих бобовых растений на сено и зеленый корм под озимую пшеницу следует вносить навоз.

Пар, занятый не бобовыми культурами сплошного посева. Под озимую пшеницу вносят полное минеральное удобрение (дозу азота уменьшают), а при посеве в рядки – суперфосфат. На всех видах паров озимая пшеница получает азотные удобрения в виде подкормки рано весной или поздно осенью. На солонцеватых черноземах действие калийных удобрений очень слабое, поэтому здесь применять их под озимые нецелесообразно.

Таким образом, фосфорные и калийные удобрения в звене севооборота под озимую пшеницу вносят за один прием до посева, а азотные – в три-четыре приема: осенью – перед посевом, весной – в начале вегетации, при завершении весеннего кущения и в период колошения. Последняя подкормка применяется для улучшения качества зерна, а вторая весенняя – рассчитана на улучшение облиственности стеблей и более мощное развитие верхнего флагового листа на стебле, формирующего более половины урожая зерна.

Яровая пшеница

Районы возделывания. В Российской Федерации яровая пшеница распространена повсеместно. Основные районы возделывания ее располагаются в южно-таежной лесной, лесостепной, степной и сухостепной зонах.

Южно-таежная лесная зона включает значительную часть Пермского края и Удмуртии, север Свердловской, Тюменской, Омской и Томской областей и Красноярского края. В *лесостепной зоне* размещено более 40 % всех посевов яровой пшеницы, причем 1/3 из них приходится на европейскую часть и 2/3 – на азиатскую часть страны. Протяженность зоны – от Центрального Черноземья и Поволжья до Забайкалья. Среднерусская провинция лесостепной зоны включает Курскую, Липецкую, Тамбовскую, Пензенскую, основную часть Ульяновской и часть Нижегородской области, Чувашию и Мордву. В *степной зоне* размещается около 40 % всех посевов яровой пшеницы. Примерно половина их находится в европейской части зоны. Европейская часть зоны включает две провинции – Заволжскую (Самарская, Оренбургская и частично Саратовская области) и Южно-Русскую (Волгоградская и Саратовская области). Азиатская часть зоны включает три провинции: Казахстанскую (Челябинскую, Омскую, Новосибирскую, частично – степь Оренбургской области), Западно-Предалтайскую (Алтайский край и часть Новосибирской области) и Восточно-Сибирскую (степи Красноярского края, Читинскую область, Бурятию и Туву). В *сухостепной* зоне страны сосредоточено примерно 10 % всех ее посевов. Европейская часть зоны включает Саратовскую, Оренбургскую, частично Волгоградскую области, азиатской – Алтайский край, Читинскую область и Бурятию.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Яровая пшеница очень требовательна к почвам. Хорошо растет на подзолистых и серых лесных почвах, если они окультурены и удобрены, но лучшими для нее являются плодородные черноземные и каштановые почвы. Тяжелые глинистые и легкие песчаные почвы для этой культуры не пригодны. Существенное значение для яровой пшеницы имеет глубина пахотного слоя почвы, которая не должна быть меньше 16–18 см. Чем больше глубина пахотного слоя, тем мощнее развивается корневая система, больше создается в почве запасов легкоусвояемых питательных веществ и влаги для растений.

Яровая пшеница не выносит повышенной засоленности и кислотности почв. Хорошие урожаи она дает на почвах, имеющих слабокислую или слабощелочную реакцию (рН 6,0–7,5). В таблице 28 приводятся экологические оптимумы почвенных характеристик для яровой пшеницы (Пруцков Ф.М., Осипов И.П., 1990).

Яровая пшеница предъявляет повышенные требования к условиям минерального питания. В основном это объясняется сравнительно коротким вегетационным периодом и менее развитой, по сравнению с озимой пшеницей, корневой системой.

Таблица 28 – Оптимальные для выращивания яровой пшеницы агрохимические показатели почв

Тип почвы	pH _{KCl}	Гумус, %	Содержание (по Чирикову), мг/кг	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
Выщелоченные и оподзоленные черноземы	6–7	4,5–6,0	100	120
Обыкновенные и типичные черноземы	6–7	6,5–8,0	100	120
Южные черноземы	6–7	4,5–6,0	100	120
Каштановые	6–7	3,5–5,0	100	120

Содержание азота, фосфора и калия в растениях яровой пшеницы в течение вегетационного периода значительно варьирует. Количество общего азота в фазу всходов достигает 5–6 %. Примерно столько же накапливается калия. Фосфора в это время значительно меньше, всего 0,6–1,2 % сухого вещества, но роль его в жизнедеятельности растений исключительно велика.

Потребление элементов минерального питания растениями яровой пшеницы начинается с первых дней прорастания семени, когда развиваются корешки и первый листочек, а запасы эндосперма использованы, и продолжается 50–55 дней. Именно в самом начале вегетации на образование каждого грамма своей биомассы она потребляет в 2–3 раза больше питательных веществ, чем более взрослые растения (табл. 29; Чижов Б.А., Рахлеев В.Д., Славин П.С. и др., 1939).

Таблица 29 – Динамика потребления яровой пшеницей элементов минерального питания, мг/г сухого вещества

Фаза вегетации	Азот	Фосфор	Калий
Кущение	48	9	54
Трубкавание	37	8	52
Молочная спелость зерна	19	7	16
Восковая спелость зерна	16	6	12

Максимальное поступление азота в растения яровой пшеницы отмечается в период кущение-колошение, когда за 25–30 дней потребляется 50–60 % элемента, а от начала вегетации – 70–80 %, тогда как сухой массы к этому времени создается лишь 50–60 %. В последующем, т. е. в период формирования и налива зерновок, также необходим азот. Потребность в элементе в этот период удовлетворяется за счет аттракции из вегетативных органов. Решающее значение в обеспечении растений яровой пшеницы азотом имеют его весенние запасы в почве. Дефицит азота проявляется обычно очень быстро и легко обнаруживается визуально: растения приобретают бледно-зеленую окраску, нижние листья желтеют и отмирают, при острой азотной недостаточ-

ности снижаются темпы роста, подавляется кушение, листья вырастают мелкими, формируется слабый колос.

Азот поглощается растениями пшеницы в восстановленной (аммонийной) и окисленной (нитратной) форме. Преобладает нитратное питание, поскольку аммонийный азот в почве быстро окисляется до нитратов, даже при внесении жидких азотных удобрений в степных районах элемент поступает в растения преимущественно в форме нитратов. На почвах с нейтральной или слабощелочной реакцией обе формы азота равноценны.

С самого начала вегетации количество доступных растениям элементов питания в почве должно быть высоким. Особенно это касается фосфора, на который яровая пшеница в первые дни роста и развития более отзывчива, чем на другие элементы. Период прорастания семян-всходы в отношении фосфорного питания растений – критический. Благодаря особому значению в энергетике растений фосфор положительно влияет на усвоение ими азота, окисленная нитратная форма которого, прежде чем войти в состав белков и других органических соединений, должна быть восстановлена, что требует значительных затрат энергии. Поэтому на черноземах и каштановых почвах, относительно богатых азотом, но менее обеспеченных подвижным фосфором, очень эффективно припосевное внесение фосфорных удобрений в рядки. При недостатке фосфора в растениях яровой пшеницы накапливаются свободные нитраты, восстановление которых, а следовательно, и синтез белков, задерживаются. Еще одна важная особенность этого элемента состоит в том, что он поступает в растения только в виде анионов ортофосфорной кислоты, которая присутствует в почве преимущественно в форме труднорастворимых кальциевых солей. Это затрудняет поглощение растениями фосфора из почвы, особенно при низкой ее влажности. Поэтому припосевное внесение фосфорных удобрений эффективно даже на хорошо обеспеченных фосфором почвах.

Недостаток фосфора в начале развития растений не покрывается последующим внесением удобрений и вызывает снижение урожая. Обусловлено это тем, что фосфор ускоряет формирование корневой системы и тем самым способствует повышению засухоустойчивости растений. В фосфорном питании яровая пшеница нуждается до фазы полного колошения растений. В процессе формирования генеративных органов (IV–VI этапы органогенеза) растения положительно реагируют на усиление азотного и калийного питания. Азот им наиболее необходим от начала кушения до молочной спелости зерна. Это обусловлено формированием боковых побегов, вторичной корневой системы и зачаточного колоса. Калий поступает в растения с первых дней роста и развития до фазы цветения. При его недостатке в почве, он легко реутилизируется и сосредотачивается в молодых органах и тканях растений.

Наибольшее количество фосфора и калия растения яровой пшеницы потребляют в период от выхода в трубку до цветения. В это время формируется более 60 % сухого вещества и потребляется до 70 % фосфора и более 80 % калия. Второй максимум потребления питательных веществ наблюдается в фазу формирования и налива зерна.

Для нормального роста и развития яровой пшеницы важное значение имеет сбалансированность минерального питания, особенно между азотом и фосфором. Как недостаток, так и избыток этих элементов приводит к нарушению белкового обмена в растениях и значительному снижению урожая. В период налива зерна необходимы условия, способствующие аттракции азотистых веществ в колос.

Основные элементы структуры урожая яровой пшеницы – продуктивная кустистость и озерненность колоса. На озерненность колоса сильно влияют условия минерального питания. При этом действие отдельных элементов проявляется по-разному. Недостаток питательных веществ в период цветения и оплодотворения яровой пшеницы – частая причина отмирания цветков. Дефицит азота в это время обуславливает стерильность пыльцы, а фосфорное голодание приводит к уменьшению числа цветков. Все это снижает озерненность колоса.

Место в севообороте. Яровая пшеница имеет слаборазвитую корневую систему по сравнению с другими зерновыми колосовыми культурами. В засуху она больше страдает от недостатка влаги, слабо кустится и плохо затеняет поверхность почвы, из-за чего посеы сильнее зарастают сорняками. Яровая пшеница требовательна к условиям возделывания. Она дает высокие урожаи по предшественникам, обеспечивающим для нее наилучшие физические, физико-химические и биологические свойства почвы. Хорошие урожаи получают при возделывании этой культуры на окультуренных плодородных почвах, имеющих высокое естественное плодородие. Размещают яровую пшеницу после пропашных, озимых, зернобобовых культур, многолетних трав, по обороту пласта, чистым парам.

На Северном Кавказе и в Центрально-Черноземной зоне яровую пшеницу размещают после удобренных озимых, зернобобовых, кукурузы, сахарной свеклы, картофеля, подсолнечника, многолетних и однолетних трав. В Нечерноземной зоне лучшие предшественники для яровой пшеницы – удобренные пропашные культуры, пласт многолетних трав, лен, высеваемый по пласту многолетних трав, зернобобовые, а также удобренные озимые культуры. В Поволжье и степных районах Урала ее сеют после озимых и яровых зерновых, по кукурузе и зернобобовым культурам, а в острозасушливых местах – по чистым парам. В степных и лесостепных районах Сибири основным предшественником яровой пшеницы являются чистые пары, пропашные и зернобобовые культуры. В увлажненных районах таежной и подтаежной зон Сибири и Урала лучшие предшественники яровой пшеницы – озимая рожь, зернобобовые и пропашные культуры, многолетние и однолетние травы.

Удобрение. Потребность яровой пшеницы в удобрениях определяется на основании агрохимической характеристики почв, величины планируемого урожая, биологических особенностей сорта. Средние данные о выносе питательных веществ единицей урожая, коэффициенты их использования из почвы и удобрений помещены в таблице 30.

Таблица 30 – Средние данные для расчета доз удобрений на планируемый урожай яровой пшеницы

Регион	Вынос на 1 ц зерна, кг			Коэффициент использования из почвы			Коэффициент использования из удобрений		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Поволжье	3,8	1	2	0,7	0,15	0,1	0,6	0,15	0,4
Южный Урал	4,2	1,2	2,4	0,7	0,12	0,1	0,1	0,2	0,4
Сибирь	3,5	1	1,8	0,8	0,15	0,08	0,6	0,2	0,4
Алтай	4,5	1,2	2,4						

Фосфорно-калийные удобрения вносят под основную обработку почвы, причем максимальный эффект получается при послойно-ленточном их расположении в почве. При посеве яровой пшеницы по пару в рядки вносят P₁₀₋₂₀ в форме суперфосфата, аммофоса или диаммофоса, по зерновым и пропашным предшественникам в зоне достаточного увлажнения – в составе комплексных удобрений.

Дозу азотных удобрений уточняют по данным почвенной диагностики и вносят до посева. Уровень потребности посевов яровой пшеницы в азотном питании определяют с учетом обеспеченности посевов влагой за счет ее запасов в метровом слое почвы перед посевом и прогноза осадков в июне-июле (табл. 31).

Таблица 31 – Уровень потребности растений яровой пшеницы в азоте в зависимости от влагообеспеченности

Группа влагообеспеченности, мм	Урожайность, ц/га	Потребность в азоте, кг/га
< 120	< 16	< 100
120–200	16–25	100–150
> 200	> 25	> 150

Необходимое для жизнедеятельности и реализации своей потенциальной продуктивности яровой пшеницы количество азота обеспечивается за счет его весенних запасов в почве, дополнительного накопления от минерализации в период вегетации и внесения удобрений (табл. 32).

Таблица 32 – Содержание нитратного азота в слое почвы глубиной 0–100 см в зависимости от предшественника яровой пшеницы, кг/га

Вид почвы	Перед посевом			В период вегетации		
	пар	пшеница по пару	кукуруза	пар	пшеница по пару	кукуруза
Чернозем:						
выщелоченный	100	60	50	90	50	60
обыкновенный	150	70	60	80	50	60
южный	200	90	90	80	60	80
Темно-каштановая	140	80	90	70	50	70

Доза азота рассчитывается с учетом планируемой урожайности, нормативного расхода этого элемента на формирование 1 ц зерна и коэффициента использования азота из удобрений, равного 0,7. При определении потребности яровой пшеницы в азотных удобрениях необходимо учитывать осенний или ранневесенний запас нитратного азота в 0–40 см корнеобитаемом слое почвы (табл. 33; Гамзиков Г.П., 1981, 1987).

Таблица 33 – Потребность яровой пшеницы в азотных удобрениях в зависимости от содержания нитратного азота в 0-40 см слое почвы

Содержание нитратного азота в почве, мг/кг	Потребность в удобрениях	Дозы азота, кг/га	
		степь	лесостепь
< 5	очень сильная	40–60	80–100
5-10	сильная	30–40	60–80
10-15	средняя	20–30	40–60
> 15	отсутствует	–	–

В степной и сухостепной зоне Российской Федерации при запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы менее 50 мг применять азотные удобрения под предпосевную обработку нецелесообразно.

При расчетной дозе азота более 40 кг/га, $\frac{2}{3}$ ее вносят до посева, а остальное количество – в подкормку. Положительные результаты дает подкормка посевов яровой пшеницы во время вегетации и особенно в увлажненных районах. Максимальное повышение урожая яровой пшеницы обеспечивает подкормка в фазу кущения. В это время формируется колос, и величина его зависит от обеспеченности растений доступными элементами питания. Поздние подкормки азотными удобрениями (в начале фазы цветения) повышают содержание протеина в зерне, улучшая его качество.

Необходимость подкормок посевов яровой пшеницы в фазу кущения устанавливается по результатам тканевой диагностики, а в фазы колошения и цветения – на основании листовой диагностики. Доза азота для подкормки определяется с учетом содержания в листьях азота (табл. 34).

Таблица 34 – Определение потребности яровой пшеницы в некорневой подкормке азотными удобрениями на основании листовой диагностики

Содержание азота в листьях		Потребность в подкормке	Доза азота для подкормки, кг/га
в фазу кущения, %	в фазу колошения, %		
≤ 3,5	≤ 2,5	очень сильная	подкормка не рекомендуется, вероятность получения высокобелкового зерна мала
3,6–4,5	2,6–3,0	сильная	N ₃₀₋₃₅ – в фазу колошения-цветения N ₃₀₋₃₅ – в фазу налива зерна
4,6–5,5	3,1–3,5	средняя	N ₃₀₋₃₅ – в фазу колошения-цветения
> 5,5	> 3,5	слабая или отсутствует	возможно получение высокобелкового зерна без подкормки

Некорневая азотная подкормка посевов яровой пшеницы проводится с помощью авиации в период колошения-цветения растений. При содержании азота в листьях 2,6–3,0 % необходимо провести две подкормки по 30 кг/га азота: первую – в фазу колошения, вторую – в фазу молочной спелости. При содержании в листьях 3,1–4,0 % азота проводится одна подкормка (N_{30}) в фазу колошения. Для этого 65 кг мочевины растворяют в 150 л воды. На гектар расходуется 200 л 30 %-го раствора. Наибольший эффект получается от подкормки в утреннее или вечернее время при температуре воздуха не выше 20°C.

Минеральные удобрения создают лучшие условия для использования почвенной влаги яровой пшеницей, могут обеспечивать урожай зерна в Поволжье 20,0–28,0 ц/га, на Южном Урале – 18,0–30,0, в Западной Сибири – 15,0–25,0, в Восточной Сибири – 22,0–33,0 ц/га. Доля участия удобрений (НРК) в формировании урожая зерна пшеницы при размещении по пару составляет около 20 %, пропашным культурам – около 25, по зерновым – 30 % (Дерюгин И.П., 1991).

Яровая пшеница практически во всех районах возделывания слабо отзывается на непосредственное внесение органических удобрений. Однако урожай зерна бывает заметно выше, когда навоз вносят под предшественник. Полуперепревший навоз и компосты вносят в чистые пары прицепными навозоразбрасывателями. В лесостепной зоне страны их запахивают, в степной – заделывают культиваторами, на легких почвах – плоскорезными орудиями.

Яровая пшеница хорошо отзывается и на последствие удобрений. Прибавка урожая зерна от последствия минеральных удобрений в благоприятные по погодным условиям годы в условиях Воронежской области достигала 5,9 ц/га, в неблагоприятные – 1,9–2,6 ц/га, а от последствия 20 т навоза – 5,2 ц/га. Последствие органических и минеральных удобрений оказывает положительное влияние и на качество зерна яровой пшеницы: увеличивается содержание белка в зерне 1,5–2,0 % и клейковины – 7–9 % (Арташкова Н.А., Вахромеев Ю.И., Грызлов В.П. и др., 1983).

Примерная схема системы удобрения яровой пшеницы при возделывании по разным предшественникам приведена в таблице 35 (Дерюгин И.П., 1991).

Дозы удобрений дифференцируют с учетом почвенного плодородия. Оптимальное содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве для яровой пшеницы составляет 150–170 мг/кг, выше этого предела калийные, а также фосфорные удобрения перестают действовать.

Яровая пшеница плохо растет на кислых почвах: она формирует мелкий колос и низкий урожай. На кислых почвах удобрения, внесенные под яровую пшеницу, не дают ожидаемого результата. Предварительное известкование кислых почв ($pH_{KCl} < 6$) из расчета сдвига реакции до оптимальной нейтрализует кислотность и связывает вредные для растений подвижные формы алюминия, способствует улучшению физических свойств почвы и активизации микробиологических процессов. Минеральные удобрения, внесение которых возрастает с каж-

дым годом, подкисляют почву, поэтому систематическое известкование способствует получению высоких стабильных урожаев яровой пшеницы (табл. 36; Беляков И.И., 1983).

Таблица 35 – Система удобрения яровой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии

Предшественник, планируемая урожайность	Виды и дозы удобрений при внесении		
	основном (допосевном)	припосевном	в подкормку
Озимые колосовые, 3,5-4,0 т/га	Аммиачная селитра – N ₆₀ , суперфосфат – P ₆₀ , хлористый калий – K ₉₀	Суперфосфат гранулированный – P ₁₀ (аммофос, нитрофоска)	Первая – в фазе кущения пшеницы – N _{30–35} ; вторая – в фазе колошения – N _{30–35} ; третья в фазе молочной спелости – N ₃₀ для получения сильного и ценного зерна
Пропашные культуры, удобренные навозом и минеральными удобрениями, 3,5-4 т/га	Аммиачная селитра – N ₄₀ , суперфосфат – P ₆₀ , хлористый калий – K ₆₀	Суперфосфат гранулированный – P ₁₀ (аммофос, нитрофоска и др.)	Первая – в фазе кущения – N ₃₀ ; вторая – в фазе колошения – N ₃₀

Таблица 36 – Дозы внесения извести на различных по кислотности и механическому составу почвах

Почва	Дозы извести, т/га, при pH солевой вытяжки					
	до 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4–5,5
Супесчаная	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
Легкосуглинистая	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Среднесуглинистая	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистая	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5
Глинистая	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5

Известь вносят в паровое поле – 65–75 % дозы под вспашку, а остальную часть под предпосевную культивацию и заделывают по-слоино. На избыточно увлажненных почвах дозу мелиоранта увеличивают: на легких почвах на 1,0–1,5 т/га, на средних и тяжелых на 1,5–2 т/га. В качестве известкового материала используют молотый известняк (известковая мука), содержащий 95–98 % углекислого кальция, гашеную известь, известковый туф и доломитовую муку. Они не растворяются в воде, поэтому их можно вносить поверхностно в различное время года, однако зимой известкуют только участки, не подверженные эрозии, для предотвращения смыва талыми водами.

3.1.4. Рожь

Рожь (*Secale L.*) – род однолетних и многолетних травянистых растений семейства злаков (*Poaceae*). Объединяет 13 видов, в т. ч. 11 диких, 1 сорно-полевой и 1 культурный – рожь посевная (рожь культурная) (*S. cereale L.*).

Распространение. Рожь – одна из ведущих зерновых культур. Из всех хлебных злаков она имеет наиболее широкий адаптационный потенциал и может выращиваться как в Скандинавии до Полярного круга, так и в южных широтах Чили. Ее выращивают также в Гималаях на высоте до 4300 м. Такое широкое распространение ржи объясняется ее экстремальной зимостойкостью, засухоустойчивостью и широкой экологической приспособленностью.

В Российской Федерации рожь выращивают в северных, северо-западных, северо-восточных, центральных областях европейской части, во многих районах Сибири и Урала. Она представлена двумя формами – озимой и яровой. По посевным площадям среди посевов зерновых культур рожь занимает второе место после пшеницы. Озимая рожь выращивается в нечерноземной и центрально-черноземной зоне. Посевы яровой ржи незначительны и сосредоточены главным образом в Восточной Сибири.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Озимая рожь отличается большой экологической приспособленностью к различным почвам. Ее можно выращивать на черноземах, серых лесных, дерново-подзолистых и каштановых почвах. Ввиду мощного развития корневой системы и высокой ее усваивающей способности озимая рожь может обеспечивать себя питательными веществами и влагой на весьма малоплодородных почвах. В то же время она очень отзывчива на плодородие почвы и на высокую культуру земледелия.

Озимая рожь легко переносит кислотность почвы. Она дает сравнительно хорошие урожаи при рН 5,0, при этом снижение кислотности почвы весьма положительно сказывается на перезимовке растений и урожайности культуры. Наиболее благоприятны для роста и развития растений ржи почвы со слабокислой и нейтральной реакцией. При сильнокислой реакции почвенного раствора растения озимой ржи значительно хуже растут и развиваются осенью, их первые листья закручиваются и краснеют, они уходят в зиму ослабленными и плохо переносят ее. Урожайность озимой ржи снижается пропорционально рН почвы: при рН 5 – на 11,2 %-22,3 %, а при рН 4 – на 33,4–44,5 % по сравнению с урожайностью на участках с нейтральной реакцией (Саранин К.И., Беляков И.И., 1986). В таблице 37 приводятся экологические оптимумы почвенных характеристик для выращивания ржи (Вальков В.Ф. и др., 2007).

Особенно требовательна рожь к гранулометрическому составу, аэрации и влагоемкости почвы. Предпочтительнее для этой культуры легкие супесчаные почвы, которые часто называют «ржаными». Лучше всего озимая рожь растет на теплых склонах с легкой и даже слегка каменистой почвой. Вполне подходят для нее супесчаные почвы, с содер-

жанием песчаной фракции до 90 %. На легких плодородных почвах растения озимой ржи обычно бывают мощными, развиваются они более интенсивно, чем растения, выращиваемые на тяжелых почвах. Мало-пригодны для озимой ржи тяжелые глинистые и заболоченные почвы.

Таблица 37 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для ржи

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	<2	2-6	не установлен
pH водной суспензии	4,5-5,05	5,0-8,5	8,5-8,7
Плотность, г/см ³	1,0-1,25	1,25-1,45	1,45-1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10-25	25-65	65-75
Обменный Na, % от ЕКО	не установлен	<3	3-5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	не установлен	<0,2	0,2-0,6
Содержание CaCO ₃ , %	не установлен	<5	5-20

Яровая рожь – культура особенно не требовательная к почве. Она дает хороший урожай на самых разнообразных почвах; даже на легких супесях и песках. На песчаных почвах она более урожайна, чем другие зерновые культуры. Для этой культуры пригодны и сильно оподзоленные кислые почвы, а также осушенные торфяники. Ее можно возделывать как предварительную культуру при освоении новых земель. В лесостепи яровую рожь размещают на тяжелосуглинистых почвах.

При возделывании ржи большую роль играет обеспечение растений за весь период их роста и развития достаточным количеством питательных веществ. Проблема обеспечения растений ржи во время вегетации всеми необходимыми и незаменимыми элементами питания на первый взгляд может показаться теоретически разработанной, технологически простой, общедоступной и легко осуществимой. Однако на деле это очень сложная задача, требующая знания потребности растений в элементах питания, их физиологической роли и значения в жизнедеятельности на определенных этапах роста развития. Она еще осложняется необходимостью учитывать динамику содержания питательных веществ в почве и связанных с ней особенностей поступления их в растения и степень их усвоения. В поле зрения надо постоянно держать физические, химические и технологические параметры самих удобрений, методы и способы их применения.

Растения озимой ржи наиболее интенсивно поглощают элементы питания в первые фазы роста развития. Осенью они создают не более, 3–4 % сухого вещества, но успевают усвоить 12–20 % фосфора и 20–25% азота и калия от потребляемого количества. Дефицит азота в указанный период замедляет рост корней, приводит к задержке наступления фазы кущения, что снижает зимостойкость растений.

Особенно это проявляется при возделывании озимой ржи после яровых зерновых, пропашных, льна, гречихи и других поздноубираемых не бобовых предшественников (табл. 38; Гулякин И.В., 1977).

Таблица 38 – Накопление элементов питания растениями озимой ржи по фазам вегетации

Фаза вегетации	Содержание, % от максимального		
	азот	фосфор	кали
Выход в трубку	76	58	52
Цветение	93	78	99
Восковая спелость	100	100	100

Наиболее сильно недостаток азота растения озимой ржи испытывают весной, с возобновлением вегетации, когда начинают отрастать корни, побеги и листья, происходит формирование стебля и колоса. В это время из-за низкой температуры в почве очень медленно идут процессы нитрификации и образование доступных растениям соединений азота. Нитраты, накопленные в корнеобитаемом слое почвы с осени, под влиянием осенних осадков и весенних талых вод сравнительно легко вымывается. Вследствие недостатка азота листья растений начинают желтеть, затем краснеют и отмирают, задерживается развитие корневой системы, ослабляется рост надземных органов.

Максимальное поступление азота в растения ржи отмечается в конце фазы колошения перед цветением. В последующем растениями поглощается из почвы незначительное количество азота, на формирование зерна используется ранее накопленный в вегетативных органах азот. Наибольшее потребление ими фосфора приходится на период от фазы выхода в трубку до колошения. Этот элемент поступает в растения более равномерно в течение всей вегетации. Период максимального потребления калия растениями ржи приходится на время от фазы выхода в трубку до колошения. Интенсивное поглощение его растениями начинается весной, вскоре после начала отрастания, и непрерывно возрастает до колошения.

Поглощение растениями озимой ржи азота в значительной степени зависит от содержания в питательной среде фосфора. Кроме того, недостаток фосфора снижает перемещение азота из корней в надземные органы растения. Повышенной потребностью в фосфоре отличаются растения озимой ржи, получившие азот в нитратной форме (табл. 39; Бушук В. и др., 1980).

Из приведенной таблицы видно, что в случае недостатка фосфора в питательной среде нитратный азот поглощается растениями ржи значительно слабее, чем аммонийный. Это особенно четко проявляется осенью, когда температура почвы и воздуха понижается. Негативное воздействие низких температур на поглощение азота можно ограничить косвенным путем, улучшив в этот период обеспеченность растений фосфором. Фосфор способствует синтезу соединений бога-

тых энергией, которая используется на поглощение и ассимиляцию, облегчая, таким образом, более интенсивное поглощение азота растениями и его включение в азотистые соединения.

Таблица 39 – Влияние содержания фосфора в питательной среде на поглощение растениями озимой ржи азота

Источник азота	Содержание P ₂ O ₅ , мг/сосуд	Содержание азота, мг/растение				
		надземная часть			корни	
		небелковый N	структурный белок N	растворимый белок N	небелковый N	белковый N
Na ¹⁵ NO ₃	21,3	20,4	27,9	21,6	10,2	14,8
Na ¹⁵ NO ₃	213,0	41,3	54,1	26,4	11,4	20,0
(¹⁶ NH ₄) ₂ SO ₄	21,3	27,3	35,9	24,1	17,1	25,8
(¹⁶ NH ₄) ₂ SO ₄	213,0	45,8	54,7	30,4	19,1	25,1

Отличительная особенность озимой ржи состоит в том, что она по сравнению с другими зерновыми культурами легче использует фосфор из почвенных запасов. Недостаток фосфора приводит к слабому росту растений, задержке цветения и созревания, в некоторых случаях наблюдается скручивание листьев, с образованием на них фиолетово-красных пятен. Такие участки на листьях в последующем отмирают.

Недостаток калия в питательной среде ослабляет ассимиляционную деятельность растений ржи, тормозит процессы синтеза, замедляет отток пластических веществ из листьев в стебли, корни и репродуктивные органы. Значительный дефицит этого элемента осенью приводит к ослаблению энергии кущения растений.

Озимая рожь нуждается в магнии, кальции, сере, кремнии, железе и микроэлементах. Потребность в них, как правило, удовлетворяется за счет почвенных запасов. Однако внесение мезо- и микроудобрений в почву или в виде некорневой подкормки дает положительный эффект. Это связано с тем, что с ростом урожая вынос их из почвы увеличивается и с возрастанием производства концентрированных комплексных удобрений, содержащих меньше этих элементов по сравнению с простыми, поступление их в почву сокращается.

Место в севообороте. Рожь характеризуется большей устойчивостью к болезням и вредителям, относительно слабой чувствительностью к предшественнику и высокой самопереносимостью. По сравнению с другими озимыми зерновыми культурами она в большей степени реагирует на запаздывание с посевом, недостаточно осевшее семенное ложе, слишком глубокий посев (глубже 4 см). Лучшим предшественником озимой ржи во всех зонах ее возделывания является чистый пар (табл. 40; Беляев И.И., 1983). К моменту посева озимой ржи в паровом поле почва очищена от сорной растительности, вредителей и возбудителей болезней, в пахотном слое мобилизован большой запас питательных веществ, накоплена и сохраняется влага.

Таблица 40 – Зависимость урожайности озимой ржи от предшественников, ц/га

Предшественник	Почва	
	серая лесная	выщелоченный чернозем
Чистый пар	25,8	29,1
Занятый пар:		
горох	21,7	24,6
викоовсяная смесь	18,9	22,2
кукуруза	20,4	23,3
клевер	23,0	27,2

Паровое поле является основным местом внесения органических удобрений и мелиоранта на кислых почвах. Это способствует повышению урожая не только озимой ржи, но и последующих за ней культур. Однако отсутствие урожая с парового поля не всегда компенсируется прибавками урожая последующих культур, что снижает экономическую эффективность севооборота с чистым паром. Условия же, которые необходимы для хорошего развития озимой ржи, могут быть созданы и при размещении этой культуры по хорошо удобренным занятым и сидеральным парам, а в районах, где влага не является лимитирующим фактором и по непаровым предшественникам. К вполне благоприятным предшественникам озимой ржи относятся клевер одного года использования, бобово-злаковые смеси, возделываемые на зеленый корм, ранний картофель; на легкосуглинистых почвах – кормовой люпин и люпин на зеленое удобрение. Хороший урожай зерна дает озимая рожь и при возделывании ее на одном и том же поле два года подряд.

Основные требования озимой ржи к месту в севообороте сводятся к созданию благоприятных условий ко времени ее посева, чтобы получить дружные всходы и обеспечить хорошее развитие их с осени. Урожайность озимой ржи в значительной степени зависит от чередования культур в звене севооборота (табл. 41; Пруцков Ф.М., Осипов И.П., 1990).

Таблица 41 – Агрэкономическая эффективность возделывания озимой ржи в различных звеньях севооборота

Звено севооборота	Урожайность, ц/га	Себестоимость продукции, руб./ц
Однолетние травы – озимые – однолетние травы – озимая рожь	22,2	15
Многолетние травы 1-го года пользования – озимые – однолетние травы – озимая рожь	24,6	13,4
Многолетние травы 1-го года пользования – многолетние травы 2-го года пользования – однолетние травы – озимая рожь	30,5	11,2

В звене с многолетними травами урожайность озимой ржи повышается на 17–37 %. Следовательно, при разработке системы удобрения необходимо учитывать состав звена севооборота.

Удобрение. При внесении удобрений под озимую рожь необходимо учитывать, что в ее питании существуют два ответственных периода: критический, совпадающий с начальной фазой развития, и максимального потребления питательных веществ (выход в трубку–колошение). В связи с этим вносить удобрения следует дробно, правильно сочетать основное внесение удобрений с припосевным и подкормкой. При определении системы удобрений для озимой ржи необходимо учитывать влияние предшественников, тип почвы, степень ее окультуренности, гранулометрический состав, содержание в почве доступных растениям питательных веществ.

На формирование 1 т зерна растения ржи затрачивают примерно 19–38 кг азота, 21–35 – фосфора и 16–32 кг калия (табл. 42; Шарифуллин Л.Р., Кольцов А.Х., Марьин Г.С., 1989). Фактический расход элементов питания на создание урожая озимой ржи значительно выше тех количеств, которые содержатся в растениях к моменту уборки. Это обусловлено частичным оттоком питательных веществ из надземных органов в корневую систему и потерями их с отмирающими листьями и побегами в поздние фазы развития.

Таблица 42 – Нормативы затрат минеральных удобрений при выращивании озимой ржи на почвах со средним содержанием подвижного фосфора и калия, кг/т зерна

Зона возделывания	Азот	Фосфор	Калий
Нечерноземная зона	38	28	32
Поволжский район	28	30	25
Уральский район	32	35	30
Западно-Сибирский район	19	24	16
Центрально-Черноземный район	23	21	19

Отчуждение с урожаем озимой ржи элементов питания должно быть компенсировано внесением удобрений. Однако в связи с тем, что вынос элементов питания растениями из почвы, особенно при высоком уровне урожайности, характеризуется значительными колебаниями, нормативные показатели выноса не всегда пригодны в качестве основы для разработки конкретных рекомендаций по внесению удобрений. Такие показатели позволяют лишь сделать приблизительную оценку потребности в удобрениях для получения определенного предполагаемого урожая. Здесь необходимо учитывать следующие факторы: 1) степень использования внесенных с удобрениями питательных веществ (50–70 %); 2) запасы питательных веществ в почве; 3) последующее поступление питательных веществ из почвы в течение вегетационного периода; 4) газообразные потери азота вследствие денитрификации поздней весной и летом, а также перемещение с фильтрационными водами эле-

ментов питания в более глубокие слои почвы в течение зимнего периода, откуда они уже не могут быть извлечены корнями.

При расчете доз удобрений вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие содержание элемента в почве. Для азотных удобрений они составляют 0,5–0,6 в нечерноземной зоне, 0,7–0,8 – в других регионах. Для фосфорных удобрений этот коэффициент равен 0,7 при повышенном ($P_2O_5=10-15$), 0,5 – высоком ($P_2O_5=15-25$) и 0,3 – очень высоком ($P_2O_5>25$) содержании подвижного фосфора в почве; для калийных – 0,8 при повышенном ($K_2O=12-17$), 0,6 – высоком ($K_2O=17-25$) и 0,3 – очень высоком ($K_2O>25$) содержании в почве обменного калия. При использовании органических удобрений дозы минеральных уменьшают: на каждые 10 т/га высококачественных органических удобрений дозу минерального азота снижают на 10–15 кг/га, фосфора – на 5–10, калия – на 10–20 кг/га (Шарифуллин Л.Р., Кольцов А.Х., Марьин Г.С., 1989).

Система удобрения ржи является составной частью системы удобрения всего севооборота. В условиях Северо-западной зоны Российской Федерации может быть принята система удобрения севооборота с рожью, приведенная в таблице 43 (Стихин М.Ф., Денисов П.В., 1977).

Таблица 43 – Примерная схема применения удобрений под предшественники и озимые в условиях северо-западной зоны

Культура	Планируемый урожай, ц/га	Вид и доза удобрений, кг/га		
		до посева	при посеве	в подкормку
Горохо-овсяная смесь (занятой пар)	180–200	5–6 т извести, 40 т торфонавозного компоста, $N_{30-40}P_{60}K_{80}$	P_{10}	—
Озимая рожь	30–35	$N_{30-40}P_{60}K_{60}$	P_{10}	N_{50-60}^*
Картофель ранний (занятой пар)	150–175	40 т навоза $N_{30-40}P_{60}K_{60}$	$P_{10}N_{20}$	
Озимая рожь	30–35	$N_{30-40}P_{60}K_{60}$	P_{10}	N_{50-60}^*
Клевер с тимopheевкой:				
1 -го года пользования	50–60	—	—	$N_{20}P_{60}K_{60}$
2-го года пользования	45–50	—	—	$N_{40}P_{60}K_{60}$
Озимая рожь	30–35	$N_{20-30}P_{90}K_{90}$	P_{10}	N_{40-50}^*

* Доза для двух подкормок: ранней весенней и летней в фазе колошения примерно в равных долях.

В увеличении урожайности ржи важную роль играют органические удобрения: навоз, торф, сидераты и торфонавозные компосты. Навоз вносят из расчета 20–40 т/га под перепашку в чистом пару, а в занятом пару – при подъеме зяби под парозанимающую культуру. На лег-

ких почвах навоз целесообразно применять непосредственно под рожь. Эффективность его как удобрения повсеместно высокая. Прибавка урожая озимой ржи от 18–36 т/га навоза составляла в нечерноземной зоне 6–8 ц/га, в черноземных районах – 4–8 ц/га, а в засушливых – 3–4 ц/га. В качестве органического удобрения в нечерноземной зоне большое значение имеет также низинный торф. Его вносят в пару в виде компоста с навозом, фосфоритной мукой или известью. Применяют довольно широко и торфонавозный компост из расчета 30–40 т/га. Прибавка урожая озимой ржи при этом лишь немного уступает чистому навозу.

На легких песчаных и супесчаных почвах весьма ценным является зеленое удобрение, которое обогащает почву органическим веществом и улучшает ее агрохимические и физические свойства: легкие почвы становятся более связными и удерживают больше влаги и питательных веществ. Зеленые удобрения запахивают за 15–20 дней до посева озимой ржи. Для этих целей используют однолетний и многолетний люпин. Применяют также сераделлу, донник. Зеленая масса люпина содержит около 0,5 % азота, т. е. до времени запашки (фаза блестящих бобов) накапливает 100–350 кг/га азота. Виды люпина для посева на удобрение под рожь подбирают дифференцированно, в зависимости от почвенно-климатических условий. На почвах легкого гранулометрического состава при продолжительной сухой осени более выгодно возделывать желтый люпин, а на связных почвах предпочтение отдают узколистным горьким люпинам.

По многолетним данным Новозыбковской опытной станции на песчаных почвах люпин при запашке его зеленой массы повышал урожай озимой ржи больше, чем навоз. По чистому удобренному пару урожай зерна составлял 13,2 ц, по чистому удобренному 40 т/га навоза – 24,5 ц, по чистому удобренному 40 т торфа – 18,8 ц, по люпиновому при запашке 21,5 т/га зеленой массы – 25,4 ц с 1 га (Лукьянюк В.В., 1975).

При выращивании озимых по чистым парам и после многолетних трав доступного азота для развития всходов бывает достаточно, поэтому использовать азотные удобрения осенью на таких посевах не рекомендуется. В занятых парах, и особенно после парозанимающих культур сплошного посева и непаровых предшественников, образуется недостаточное количество подвижных форм азота для нормального развития растений в осенний период. Наибольший дефицит нитратов наблюдается на бедных почвах и при недостатке влаги. Поэтому под озимую рожь после названных предшественников целесообразно вносить азотные удобрения из расчета N_{20-30} (20–30 % общей дозы азота) до посева под вспашку или под предпосевную культивацию (Зиганшин А.А., Шарифуллин Л.Р., 1981).

На основании результатов почвенной и листовой диагностики проводят осеннюю и весенние подкормки посевов озимой ржи аммонийной селитрой или карбамидом. Первую азотную подкормку проводят весной в фазу кущения растений (III этап органогенеза) после полного схода снега и оттока талых вод с посевов. Дозу азота рассчитывают, исходя из запасов минерального азота в почве во время возобновле-

ния весенней вегетации растений. Остальное количество – вносят при второй подкормке в фазе выхода растений в трубку (V–VI этапы органогенеза) с учетом растительной и почвенной диагностики. В зонах недостаточного увлажнения и в условиях быстрого высыхания почвы весной первую и вторую подкормки совмещают и проводят в начале отрастания растений в сжатые сроки. При этом удобрения вносят на глубину 2–4 см прикорневым способом зерновыми сеялками поперек или по диагонали посева (Шарифуллин Л.Р., Кольцов А.Х., Марьин Г.С., 1989).

Фосфорно-калийные удобрения вносятся под основную обработку почвы, причем максимальный эффект получается при послойно-ленточном их расположении в почве. Хорошие результаты в качестве основного удобрения под озимую рожь дает фосфоритная мука из расчета $P_{120-160}$, особенно на кислых почвах с низким содержанием подвижного фосфора (рН ниже 5,0, P_2O_5 менее 50 мг/кг почвы).

Небольшую часть фосфорного удобрения (P_{15-20}) вносят локально в рядки при посеве озимой ржи. Для этих целей используют суперфосфат и комплексные фосфорсодержащие удобрения.

Наибольшую потребность в калии растения озимой ржи испытывают на торфяниках, пойменных темноцветных, песчаных и супесчаных почвах. На черноземах они меньше нуждаются в калийных удобрениях. Их необходимо в первую очередь вносить в форме калийной соли, хлористого калия или сульфата калия под озимую рожь, размещенную после картофеля, гречихи, гороха, подсолнечника и кукурузы, т. е. культур усваивающих большое количество калия. Хорошим калийным удобрением для озимой ржи является сухая печная зола, особенно стеблей подсолнечника и гречихи. Ее вносят под вспашку или под предпосевную культивацию в дозе 3–6 ц/га. В золе, кроме калия, содержится целая гамма зольных элементов питания.

Озимая рожь страдает от избыточной кислотности. Известкование по полной гидролитической кислотности повышает плодородие кислых почв, улучшает их физические свойства, создает более благоприятные условия для деятельности микрофлоры, способствует повышению урожая озимой ржи. Полной дозой мелиоранта принято считать: для легкосупесчаных почв – 2–3 т/га, среднесуглинистых – 5 и тяжелоглинистых – 5–7 т/га.

Длительность действия извести зависит от нормы ее внесения. При дозе 3–4 т/га продолжительность действия ее составляет 5–7 лет; 6–8 т/га – 10–15 лет. Затем по мере вымывания из почвы и потребления кальция растениями кислотность почвы начинает постепенно восстанавливаться до исходного состояния.

Микроэлементы оказывают положительное влияние на количество и качество урожая озимой ржи, способствуют повышению устойчивости растений к засухе, низким температурам, поражению болезнями и другим неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам. Особенно хорошо озимая рожь отзывается на внесение микроэлементов на почвах с низким их содержанием. Борные удобрения вносят на вы-

щелоченных и оподзоленных черноземах, дерново-подзолистых, дерново-глеевых, торфяных и серых лесных почвах. На этих же почвах необходимо применять и медные удобрения. Цинковые удобрения необходимо вносить на черноземных, дерново-карбонатных и дерново-подзолистых почвах в первую очередь на полях с высоким содержанием фосфора и хорошо известкованных. Эффективность микроэлементов проявляется как при предпосевном внесении в почву в виде специального удобрения или в составе сложных удобрений, при некорневых подкормках растений, так и при обработке семян. Дозы бора при внесении в почву составляют 0,4–0,5 кг/га, меди – 0,8–1,0, цинка – 2,5–3,0 кг/га. Для предпосевной обработки семян используют борную кислоту – 0,2–0,4 кг/т, сернокислую медь и сернокислый цинк – по 0,8–1,0 кг/т.

Наилучший эффект от вносимых удобрений получают при их применении регулярно, на всех полях севооборота в соответствии с потребностями выращиваемых культур, рассчитывая дозы на запланированные урожаи.

3.1.5. Ячмень

Ячмень (*Hordeum L.*) – род однолетних и многолетних травянистых растений семейства злаков (*Poaceae*). Объединяет около 30 видов. В культуре сборный вид ячмень посевной (*H. sativum Jessen.*), в соответствии с морфолого-географическими и биолого-экологическими особенностями, разделяется на 3 самостоятельных вида: ячмень культурный (*H. vulgare [L.] Vav. et Bacht.*); ячмень эфиопский (*H. aethiopicum Vav. et Bacht.*); ячмень низкорослый (*H. humile Vav. et Bacht.*). В Российской Федерации выращивают ячмень культурный.

Ячмень – культура продовольственного, кормового и пивоваренного использования. Ареал его простирается за Полярный круг, достигая 70° с.ш., а к югу – до экваториальной области. Ячмень возделывают и в южном полушарии. В горных районах посевы ячменя встречаются выше посевов других зерновых культур. Скороспелость и засухоустойчивость эта культура обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев во всех почвенно-климатических зонах возделывания. В сельскохозяйственной практике известны две биологические группы ячменя – озимая и яровая.

Озимый ячмень

Распространение. Ячмень озимый отличается наименьшей зимостойкостью среди других озимых культур. При температуре –12°С на глубине узла кущения посевы озимого ячменя уже страдает, поэтому его возделывают лишь в районах с мягкими зимами. Основные посевы его в Российской Федерации сосредоточены в предгорьях Кавказа.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Корневая система ячменя обладает относительно слабой способностью усваивать питательные вещества из почвы. В связи с

этим предъявляет повышенные требования к структуре почвы ее плодородию. Прекрасными почвами для него являются черноземы всех подтипов и темно-каштановые почвы с нейтральной и слабощелочной реакцией (рН 6,8–7,5). Малопригодны для озимого ячменя засоленные и солонцеватые почвы. Он плохо переносит временное переувлажнение почвы, нежелательно размещение его в пониженных местах. Почвы тяжелого гранулометрического состава, избыточно увлажненные, с плохими физическими свойствами не подходят для культуры ячменя. Экологический оптимум почвенных характеристик для него колеблется довольно в широких пределах (табл. 44; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 44 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для ячменя

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	не установлен
рН водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,5	8,5–8,8
Плотность, г/см ³	1,0–1,25	1,25–1,40	1,40–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–45	45–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	не установлен	3–10	10–15
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	не установлен	<0,4	0,4–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	не установлен	<5	6–20

Озимый ячмень характеризуется высокой интенсивностью ростовых процессов на начальных этапах онтогенеза. На формирование 1 т зерна с соответствующим количеством побочной продукции эта культура тратит 24–30 кг азота, 14–17 – фосфора и 19–26 кг калия. Потребление элементов питания отличается неравномерностью – максимальное – приходится на период кущения-колошения. В этот период растения озимого ячменя поглощают до 70 % элементов питания от максимального их выноса. К фазе колошения потребление азота растением достигает 90 %, фосфора – 75 %, а калия – заканчивается. Больше всего ячмень в азоте нуждается в период от начала кущения до выхода растений в трубку. В это время идет развитие побегов кущения, ассимилирующего аппарата и формирование колоса. Недостаток азота в этот период приводит к нарушению обмена веществ. В более старых листьях преждевременно распадаются белковые вещества, продукты распада переносятся в молодые листья растений. Поэтому старые листья раньше желтеют и отмирают. Растения, недостаточно обеспеченные азотом, рано переходят в репродуктивную фазу, имеют характерную окраску от светло-зеленой до желтоватой, иногда красновато-желтой. Избыточное его содержание в почве отрицательно сказывается на устойчивости растений к полеганию. При оптимальном обеспечении азотом растения лучше усваивают фосфор, калий и другие элементы минерального питания.

Фосфор необходим ячменю в течение всего периода роста и развития растений, т. к. этот элемент входит в состав органических и мине-

ральных соединений растительной клетки. Оптимальная обеспеченность молодых растений этим элементом способствует хорошему развитию корневой системы и заложению крупного колоса; недостаток – задерживает рост и развитие растений. Фосфор повышает устойчивость растений ячменя к болезням и засухе. Внешним признаком фосфорного голодания у молодых растений является красновато-фиолетовая окраска листьев.

Важную роль в жизни растений ячменя, особенно в физико-биохимических процессах, играет калий. Он способствует передвижению продуктов ассимиляции из листьев в стебли, корни и репродуктивные органы. Калий регулирует водный и азотный обмен, повышает устойчивость к засухе, полеганию, болезням, ускоряет созревание зерна. Ячмень потребляет наибольшее количество калия в начальный период развития растений. В процессе онтогенеза растений из старых листьев калий перемещается в более молодые, недостаток его задерживает нормальный процесс образования углеводов и резко снижает урожай. Признаки недостатка калия – отставание растений в росте, бурая окраска краев нижних листьев, которые затем высыхают.

Место в севообороте. Озимый ячмень отличается низкой требовательностью к предшественникам. Однако вследствие ранних сроков посева для озимого ячменя эффективно могут использоваться только такие предшественники, которые рано освобождают участок. Лучшее место в севообороте для него – чистые пары. Однако в производственных условиях его чаще высевают после зернобобовых, кукурузы на силос, бахчевых и других пропашных культур. Наиболее распространенный предшественник пшеница, особенно посеянная после многолетних трав. При максимальном насыщении севооборотов зерновыми культурами озимый ячмень меньше, чем пшеница, поражается болезнями. Основное условие получения высокого урожая по этому предшественнику – своевременная и высококачественная обработка почвы. Возможно также размещение озимого ячменя после подсолнечника, кукурузы на зерно, сахарной свеклы и других поздних пропашных культур при условии их уборки и обработки почвы не позднее, чем за 10–15 дней до наступления оптимальных сроков сева.

Для повышения продуктивности севооборота необходимо учитывать не только предшественник, но и предшественник предшественника, т. е. звено севооборота. Как особенно положительно влияющие на урожайность можно выделить следующие комбинации: сахарная свекла – среднеранний картофель – озимый ячмень; сахарная свекла или кукуруза на зерно – овес – озимый ячмень; сахарная свекла, кукуруза на зерно или овес – озимая пшеница – озимый ячмень.

Удобрение. Достаточная обеспеченность растений озимого ячменя наиболее значимыми элементами минерального питания – азотом, фосфором, калием кальцием и магнием – является важнейшей предпосылкой получения высоких и стабильных урожаев. В то же время внесение высоких доз азотных удобрений приводит к перерастанию вегетативной массы, что, в свою очередь, вызывает раннее полегание растений и ограничивает возможность роста урожая. При внесении с осени повы-

шенных доз азота снижается и без того слабая зимостойкость ячменя. Фосфорно-калийные и оптимальные дозы азотных удобрений повышают его зимостойкость. Внесенные под основную обработку почвы, они способствуют лучшему укоренению растений, усиливают сопротивляемость посевов к полеганию, поражению ржавчиной и ускоряют созревание.

При учете эффективности удобрений необходимо учитывать следующие положения (табл. 45; Райнер Л., Шайнбергер И., Дееке У. и др., 1980): вынос питательных веществ из почвы озимым ячменем при уровне урожайности, обычном для данной местности; содержание элементов минерального питания в почве по результатам агрохимического анализа. В балансе элементов питания учитываются также применяемые органические удобрения; региональные особенности погодных условий и зональная технология возделывания как факторы, определяющие превращение питательных веществ в почве.

Таблица 45 – Вынос питательных веществ из почвы озимым ячменем

Питательное вещество	Урожайность, ц/га	Вынос питательных веществ, кг/га			Вымывание, кг/га
		зерно	солома	всего	
N	40	60–80	20–40	80–120	5–45
	50	75–100	25–50	100–150	
	60	90–120	30–60	120–180	
	70	105–140	35–70	140–210	
P ₂ O ₅	40	24–40	5–20	30–60	Незначительное
	50	30–50	5–25		
	60	36–60	6–30	42–90	
	70	42–70	8–35	50–105	
K ₂ O	40	16–32	55–90	80–120	2–15
	50	20–40	80–110	100–150	
	60	24–48	96–132	120–180	
	70	28–56	112–154	140–210	
CaO	40	2–8	23–32	25–40	20–200
	50	3–10	17–40	30–50	
	60	3–12	33–48	36–60	
	70	4–14	38–56	42–70	
MgO	40	6–12	6–8	12–20	5–40
	50	7–15	8–10	15–25	
	60	9–18	9–12	18–30	
	70	10–21	11–14	21–35	

Азотные удобрения под озимый ячмень вносят дробно с учетом особенностей почвы и потребностей растений в этом элементе питания по фазам роста и развития (рис. 1; Найденов А.С., Задорожний А.А., 1988). Это значительно повышает их эффективность и предотвращает возможность загрязнения окружающей среды. Под основную обработку почвы при размещении озимого ячменя после колосовых предшественников рекомендуется вносить азота до N₃₀, а после пропашных – до N₆₀

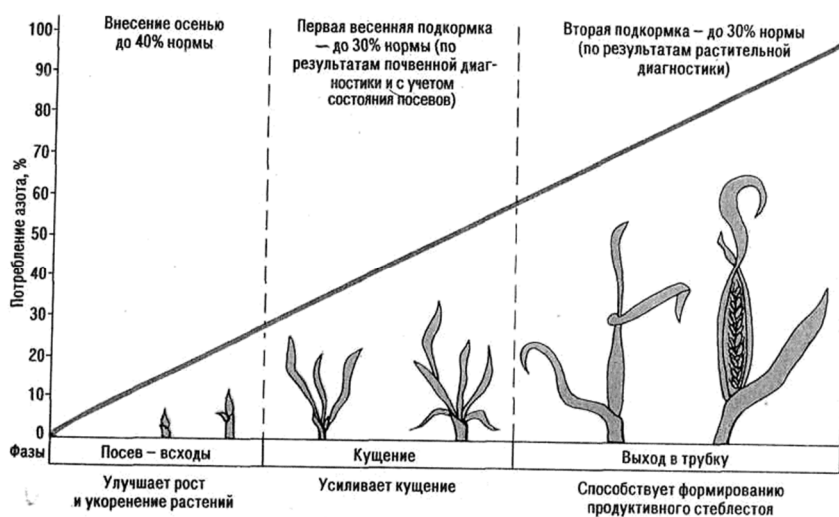


Рис. 1. Потребление растениями и сроки внесения азота под озимый ячмень

Наиболее эффективна ранневесенняя азотная подкормка посевов в дозе N_{30-40} . Дозу вносимого азота уточняют по данным почвенной диагностики и состояния посевов. Необходимость второй подкормки посевов ячменя определяется в фазу трубкавания растений по данным стеблевой диагностики.

Расчетные дозы калийных и фосфорных удобрений вносят под основную обработку почвы и одновременно с севом (P_{15-20}). Фосфорно-калийные удобрения усиливают закалку растений, улучшают перезимовку и повышают их устойчивость к полеганию.

Примерная схема системы удобрения озимого ячменя на различных почвах Северокавказского региона Российской Федерации приведена в таблице 46 (Агеев В.В, Подколзин А.И., 2006).

Таблица 46 – Система удобрения озимого ячменя на различных почвах Северного Кавказа

Почва	Предшественник	Удобрение			Всего
		основное	припосевное	подкормки	
Чернозем карбонатный	оз. пшеница	$N_{40}P_{40}$	P_{20}	-	$N_{40}P_{60}$
Чернозем выщелоченный и слабовыщелоченный	оз. пшеница	$N_{60}P_{60}$	-	N_{40}	$N_{100}P_{60}$
Чернозем выщелоченный слитой	оз. пшеница	$N_{60}P_{60}$	-	N_{40}	$N_{100}P_{60}$
Чернозем обыкновенный	кукуруза на силос	$N_{30}P_{40}K_{30}$	-	-	$N_{30}P_{40}K_{30}$
Чернозем солонцеватый	оз. пшеница	-	P_{20}	-	P_{20}
Чернозем мицеллярно-карбонатный	корнеплоды	$N_{30}P_{30}$	P_{20}	N_{40}	$N_{70}P_{50}$
	кукуруза на силос	$N_{30}P_{50}K_{30}$	P_{20}	-	$N_{30}P_{70}K_{30}$

При недостаточном содержании в почве микроэлементов их внесение в значительной мере повышает урожайность и качество зерна. В виде некорневых подкормок на посевах озимого ячменя в первую очередь применяют борную кислоту в дозе 0,4–0,5 кг/га, сульфат меди – 0,8–1,0, сернокислый цинк – 2,5–3 кг/га.

Яровой ячмень

Распространение. Посевы ярового ячменя в Российской Федерации расположены в Поволжском, Центрально-Черноземном, Центральном и Уральском районах. Очень высокий удельный вес ячменя в структуре зернового хозяйства в Северо-Западном, Центрально-Нечерноземном, Волго-Вятском районах. На Северном Кавказе яровой ячмень высевается главным образом в Ростовской области, где озимый из-за недостаточной зимостойкости нередко выпадает. Кроме того, яровой ячмень является страховой культурой, им пересевают площади погибшей озимой пшеницы.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Огромный ареал распространения ярового ячменя в мировом земледелии характеризует его приспособленность к различным почвам. Однако наиболее высокие урожаи ячменя получают на плодородных почвах с глубоким пахотным слоем, с нейтральной реакцией почвенного раствора. Хорошие почвы для ячменя – черноземы, из дерново-подзолистых – слабо оподзоленные суглинистые средней связанности. Супесчаные и песчаные почвы для возделывания ячменя малопригодны. Такие почвы обычно мало содержат усвояемых питательных веществ. Лишь при внесении достаточного количества органических и минеральных удобрений такие почвы можно при необходимости отводить под посев ячменя. непригодны для ячменя кислые, торфянистые почвы. Такие почвы могут быть использованы под посев ячменя лишь после известкования. Совсем непригодны для ячменя легкие маловлагодоемкие почвы.

Почвы, отводимые под ячмень, должны быть однородными по содержанию питательных веществ, влагоемкости и водопроницаемости. При возделывании ячменя на дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах предпочтительны поля, где $pH_{КС1}$ 6–6,5, гумуса содержится не менее 2,2 %, подвижного фосфора и обменного калия 15–20 мг/100 г.

Получение высоких и устойчивых урожаев ячменя зависит от потребления питательных веществ. У ячменя более короткий период интенсивного потребления питательных веществ, чем у других зерновых культур, у него слабее развита корневая система, меньше усваивающая способность, поэтому он предъявляет повышенные требования к наличию питательных веществ в почве. Для получения высоких урожаев ячменя очень важно, чтобы растения были обеспечены в полной мере доступными элементами с самого начала их развития. Компенсировать недостаток питания позже практически невозможно. Ячмень интенсивнее всего усваивает элементы питания в период всходы-

кущение. Максимальное потребление азота и фосфора приходится на межфазный период всходы-выход в трубку-колошение, а калия – от всходов до выхода в трубку (табл. 47; Дерюгин И.П., 1991).

Таблица 47 – Динамика поступления основных элементов питания в растения ячменя, % максимального

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Всходы	6-10	5-7	6-8
Кущение	30-33	20-24	28-32
Выход в трубку	72-75	50-52	84-88
Колошение	98-100	75-78	100
Полная спелость	80	100	60
Вынос на 1 т зерна, кг	28,4	10,2	24,4

Место в севообороте. Вследствие образования слабо развитой корневой системы, отличающейся сравнительно слабой усваивающей способностью, а также короткого периода интенсивного потребления питательных веществ яровой ячмень предъявляет повышенные требования к условиям произрастания, особенно в первый период вегетации. Одним из условий, обеспечивающих хорошее развитие растений, является правильный подбор предшественников.

Лучшими предшественниками для ярового ячменя служат культуры, которые оставляют поле очищенным от сорняков, с достаточным количеством в почве легкодоступных растениям питательных веществ, а в районах недостаточного увлажнения – такие культуры, которые меньше иссушают корнеобитаемый слой.

В Северо-Западном районе Нечерноземной зоны лучшими предшественниками ячменя являются клевер, картофель, горох, вика, удобренные озимые культуры и лен. Высокие урожаи ячменя в центральных областях Нечерноземной зоны получают при размещении его по пропашным, многолетним травам, по зернобобовым и озимым культурам, посеянным по удобренным парам. Волго-Вятском районе лучшими предшественниками для ячменя являются пропашные и зернобобовые культуры. Здесь размещают также ячмень по пласту и обороту пласта многолетних трав, по удобренным озимым культурам и другим предшественникам.

В Центрально-черноземной зоне хорошие урожаи ярового ячменя получают по пропашным (кукуруза на зерно и силос, сахарная свекла, картофель, подсолнечник), зернобобовым (горох, вика) и удобренным озимым зерновым культурам. В районах неустойчивого увлажнения наибольшие урожаи получают при размещении его по картофелю и кукурузе. Яровой ячмень, посеянный после этих культур, особенно пригоден для пивоварения; в этом случае он дает не только высокий урожай, но и зерно хорошего качества, с высоким содержанием крахмала.

В засушливых условиях Юго-Востока ячмень чаще всего размещают после яровой пшеницы и озимых культур. При размещении яровой пшеницы по чистому пару ячмень хорошо использует его последствие.

Хорошими предшественниками ячменя на Урале служат картофель, кукуруза, озимая рожь и зернобобовые культуры. Размещают его также по пласту и по обороту пласта многолетних трав. В полевых севооборотах Предуралья ячмень высевают после клевера, зернобобовых и пропашных культур. Если ячмень используют в качестве покровной культуры для клевера, то его размещают после озимой ржи, посеянной по чистому пару. В северном Зауралье яровой ячмень высевают после кукурузы, картофеля, подсолнечника на силос, зернобобовых однолетних и многолетних трав и по удобренным озимым культурам.

В большинстве районов Западной Сибири лучшими предшественниками для ячменя являются пропашные и озимые культуры. Хорошими предшественниками в Восточной Сибири считаются многолетние травы, пропашные и зернобобовые культуры. Среди пропашных культур первое место занимает кукуруза, которая возделывается на хорошо обработанных и удобренных полях.

На Дальнем Востоке ячмень преимущественно высевают после сои и однолетних трав на зеленый корм и сено.

В зоне Северного Кавказа ячмень размещают по кукурузе, бабчевым, подсолнечнику и другим пропашным культурам, а также по удобренным озимым, идущим по чистым парам и зернобобовым культурам. Зерно ячменя, высеянного после многолетних трав и зернобобовых культур, богато белком, поэтому его используют для продовольствия или на корм скоту. В центральной и юго-западной части Северокавказского региона с годовым количеством осадков 500–700 мм яровой ячмень размещают в таких звеньях севооборота: озимая пшеница – озимая пшеница – кукуруза – ячмень; пар занятый – озимая пшеница – кукуруза – ячмень; многолетние травы – озимая пшеница – кукуруза – ячмень. Для северо-восточной и восточной засушливой части (годовое количество осадков около 300–400 мм) может быть рекомендовано и такое звено: кукуруза с расширенными междурядьями – озимая пшеница – ячмень. Нецелесообразно ячмень высевать после сахарной свеклы, особенно в засушливые годы.

В Краснодарском крае ячмень яровой рекомендуется размещать в сборном поле после сахарной свеклы, клещевины и кукурузы на зерно. В годы с обильными осадками в осенне-зимний период при необходимости ячмень можно размещать после подсолнечника, учитывая, что падалица угнетается ячменем лучше, чем другими растениями. В этих условиях не следует размещать ячмень после суданской травы. Нельзя высевать и ячмень по ячменю, т.к. в этих случаях сильно снижается урожай из-за поражения корневыми гнилями.

Удобрение. Применение удобрений обеспечивает повышение урожая ячменя во всех районах его возделывания. Как правило, эффективность удобрений в нашей стране возрастает с юга на север и с востока на запад. Обусловлено это постепенным переходом от плодородных черноземов и сероземов к менее плодородным серым лесным и дерново-подзолистым почвам, а также лучшей влагообеспеченностью в северных

и западных районах в сравнении с южными и восточными. Коэффициент использования питательных элементов из удобрений составляет для азота 30–55 %, фосфора 11–25, калия 31–60 %. Одним из главных резервов повышения эффективности органических удобрений является применение их в системе севооборотов. Высокая эффективность удобрений достигается при правильном их использовании с учетом почвенно-климатических условий, уровня плодородия почвы и предшественников.

В основных районах возделывания ячменя органические удобрения вносят под предшествующие культуры. В этом случае ячмень хорошо использует их последствие - прибавка урожая достигает 3–5 ц/га.

Применение навоза непосредственно под ячмень, целесообразно лишь на малоплодородных подзолистых и дерново-подзолистых почвах нечерноземной зоны, где он является основной хлебной культурой. В этих районах, а также в хозяйствах с интенсивным развитием животноводства навоз вносят из расчета 20 т/га в полуперепревшем виде осенью под зяблевую вспашку. Не следует вносить неперепревший навоз, т. к. это может привести к засорению полей и полеганию растений ячменя. Эффективность навоза может быть повышена добавлением фосфоритной муки и торфа. От внесения чистого навоза урожай зерна ячменя увеличился на 16,6 %, от навоза с добавлением фосфоритной муки – на 29,6 %, от торфо-навозного компоста – на 32,2 %. Яровой ячмень хорошо реагирует на прямое действие и последствие жидкого навоза, питательные вещества которого более доступны растениям и лучше усваиваются. Последствие 60 т/га жидкого навоза, внесенного осенью под вспашку зяби или зимой по снегу, обеспечивало увеличение урожая ячменя на 3,0 ц/га (Беляков И.И., 1983).

На подзолистых, серых лесных почвах, деградированных или оподзоленных черноземах ячмень хорошо отзывается на азотные и фосфорные удобрения. На супесчаных и осушенных болотных почвах наиболее хорошие результаты дает калий. На сероземах и каштановых почвах используют азотные и фосфорные удобрения. На мощных черноземах особенно эффективны фосфорные удобрения.

Дозы удобрений под ячмень дифференцируют в зависимости от параметров почвенного плодородия, условий его выращивания, вида предшественника, его удобренности, особенностей сорта. Примерные дозы внесения минеральных удобрений под ячмень на 1 га д. в.: на черноземных почвах – 20–30 кг азотных, 45–50 фосфорных и 30–45 кг калийных, на подзолистых – 45–60 кг азотных, 60–75 фосфорных и 40–45 кг калийных. Однако каждое отдельное хозяйство при внесении этих доз минеральных удобрений должно учитывать плодородие почвы, сложившиеся метеорологические условия, агротехнику и другие факторы.

Определение доз удобрений для получения заданного урожая ячменя предполагает, как и в случае с озимыми и яровой пшеницей, использование данных агрохимического паспорта поля, выноса элементов питания с единицей урожая, коэффициентов использования элементов питания из удобрений и почвенных запасов (табл. 48). Оп-

тимальное соотношение элементов питания ячменя (N:P:K—1:0,4:0,7) учитывается при определении доз удобрений. Такое соотношение наиболее полно отвечает биологическим требованиям культуры.

Таблица 48 – Использование питательных веществ растениями ячменя

Показатель	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вынос на 1 ц зерна с соответствующим количеством соломы, кг/ц	2,5	1,09	1,75
Коэффициент использования из почвы, %	20	7	8
Коэффициент использования из минеральных удобрений, %	55	25	60

Для контроля за балансом питательных веществ в посевах ячменя в период вегетации определяют содержание элементов питания в листьях и при необходимости вносят удобрения. Оптимальное содержание питательных веществ в листьях ячменя приведено в таблице 49.

Таблица 49 – Оптимальное содержание питательных веществ в листьях ячменя, % от сухой массы

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кущение	4,7-5	1,2-1,8	5
Выход в трубку	4,7	1,2	5
Колошение, цветение	3-3,5	0,7-1	2,8-3,2

Для ярового ячменя характерна двучленная система удобрения, состоящая из основного и припосевного внесения туков. В связи с тем, что эта культура короткого периода потребления питательных веществ, в основном способе необходимо вносить полную дозу минеральных удобрений, рассчитанную на весь вегетационный период. Минеральные удобрения под ячмень вносят под зяблевую вспашку. Это очень важно, если учесть раннее и быстрое потребление им питательных веществ. На супесчаных, песчаных почвах и на склонах во избежание вымывания питательных веществ минеральные удобрения вносят весной. Ячмень должен получать удобрения в виде легкорастворимых солей (суперфосфата, калийной соли, селитры), поскольку корни его обладают пониженной усваивающей способностью.

На кислых почвах в качестве фосфорного удобрения с успехом может быть использована фосфоритная мука. Она очень эффективна на дерново-подзолистых серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах. По своему действию фосфоритная мука не уступает суперфосфату, а последствие ее сказывается в севообороте в течение 5–7 лет. Фосфоритную муку обычно используют в качестве основного удобрения, глубоко заделывая ее при вспашке. Она хорошо нейтрализует кислотность почвы; при систематическом ее внесении снижается кис-

лотность, уменьшается содержание подвижного алюминия в почве и создаются более благоприятные условия для роста и развития растений.

В системе применения удобрений под яровой ячмень имеет важное значение припосевное (рядковое) внесение гранулированного суперфосфата. Его можно вносить вместе с семенами при посеве обычными сеялками, если нет специальных комбинированных сеялок. В южных и центральных районах черноземной зоны рекомендуется вносить в рядки при посеве ячменя по 40–50 кг гранулированного суперфосфата на 1 га. Смешивать семена с соответствующей нормой удобрений для высева обычной зерновой сеялкой нужно перед самым высевом; заблаговременное смешивание семян с суперфосфатом может привести к снижению их всхожести. После посева повышенная кислотность, образующаяся в зоне расположения гранул суперфосфата, быстро нейтрализуется в черноземной почве, и потому полевая всхожесть семян ячменя не снижается. На подзолистых почвах кислотность в месте расположения гранул суперфосфата может оказаться повышенной, что отрицательно сказывается на всхожести семян. Поэтому на подзолистых почвах удобрения лучше вносить в рядки при посеве комбинированной сеялкой, обеспечивающей размещение семян на некотором расстоянии от удобрений (Борисоник З.Б., 1974).

В увлажненных районах ячмень сильно отзывается на азотные подкормки. Они эффективны и при размещении ярового ячменя на бедных по плодородию почвах легкого гранулометрического состава. Проводят подкормку посевов в фазу полных всходов, что усиливает процесс кущения, увеличивает густоту продуктивного стеблестоя и повышает урожай ячменя. Доза удобрения для подкормки ячменя зависит от состояния посевов. На ослабленных, бледно-зеленых посевах вносят 25–30 кг/га азотных удобрений. С целью повышения количества белка в зерне ячменя применяют поздние (перед колошением) подкормки азотными удобрениями на посевах, устойчивых к полеганию.

Дробное внесение азотных удобрений позволяет: 1) избежать интенсивного развития в начальных фазах роста и тем самым исключить или отодвинуть его сроки; 2) обеспечить лучшее использование азота (около 20 %) внесенного после колошения ячменя (до середины фазы молочной спелости); 3) удовлетворить повышенную потребность ячменя в азоте в фазе молочной спелости; 4) обеспечить накопление в зерне ячменя азота удобрений, внесенных после завершения вегетативного роста (Дерюгин И.П., 1991).

При выращивании ячменя, используемого на корм, с повышенным содержанием белка в зерне лучшие результаты в западноевропейских странах с высокой культурой земледелия, получают при внесении азотных удобрений по следующей схеме:

1. Первая подкормка – в фазе кущения N_{30-40} в виде 10 %-ного раствора аммонийной селитры с мочевиной (раствор КАС), содержащего 28–30 % азота или чистого раствора мочевины. Внесение удобрений можно проводить совместно с гербицидами и микроэлементами.

2. Вторая подкормка – в фазе формирования флагового листа N_{20-30} в виде 4–5 %-ного раствора мочевины или КАС. Внесение удобрений совмещают (при необходимости) с применением фунгицидов.

3. Третья подкормка – в фазе молочной спелости зерна, вносят N_{20} в виде 3–4 %-ного раствора КАС или мочевины.

При возделывании пивоваренного ячменя дробное внесение азотных удобрений может ухудшить качество зерна. Поэтому под пивоваренные сорта ячменя обычно допосевное применение азотных удобрений обеспечивает получение зерна более высокого качества по сравнению с дробным внесением азота. Для пивоваренного ячменя большое значение имеют фосфорно-калийные удобрения, так как они способствуют лучшему накоплению крахмала и снижению белка в зерне (Дерюгин И.П., 1991).

Под ячмень применяют также микроудобрения, содержащие бор, марганец, молибден, медь, кобальт и цинк. Эти удобрения имеют важное значение в улучшении питания и развития растений на почвах, где микроэлементы в дефиците. Наибольшая потребность в борных удобрениях проявляется на дерново-подзолистых и торфяных почвах. Борные удобрения можно вносить в почву в виде борно-датолитового удобрения (1–1,5 кг/га), а также использовать для предпосевной обработки семян. Семена замачивают в растворе борной кислоты (10 г на 100 кг семян). На осушенных торфянистых почвах, в которых недостаточно меди, внесенные под ячмень медный купорос или пиритный огарок (отходы целлюлозно-бумажного производства) значительно повышают урожай зерна ячменя. Средние нормы пиритного огарка 5–6 ц, медного купороса – до 25 кг на 1 га последствие меди сказывается в течение 3–4 лет.

Наибольшие урожаи ячмень дает при нейтральной реакции почвенного раствора, поэтому на кислых подзолистых, дерново-подзолистых почвах для повышения урожая большое значение имеет известкование. Дозы внесения извести зависят от кислотности (рН) почвы, ее механического состава, степени насыщенности основаниями. При рН менее 4,5 на супесчаных и легкосуглинистых почвах вносят 4–5 т/га извести, на суглинках и тяжелосуглинистых почвах 6–8 т/га. Если кислотность рН 4,5–5, требуется соответственно 3–4 т/га и 5–7 т/га, а при рН 5,1–5,5 вносят 2–3 т/га и 4–5 т/га. Известь можно вносить во все поля севооборота, но лучше всего – под покровные для многолетних трав культуры (озимые и яровые). В хозяйствах, где высевают многолетние травы под озимые, известь вносят под пар, а при подсевах трав под яровые – под зяблевую вспашку. Ячмень лучше использует последствие извести, чем ее прямое действие. Наибольший эффект при известковании отмечается от извести тонкого помола, частицы которой имеют большую поверхность соприкосновения с почвой и почвенным раствором (Беляков И.И., 1983).

3.2. Крупяные культуры

Крупяные культуры – растения, зерно которых используют для приготовления крупы. В Российской Федерации наиболее распространенные крупяные культуры – рис, просо, сорго, полба, – представители семейства злаковых, и гречиха – из семейства гречишных.

3.2.1. Гречиха

Гречиха (*Fagopyrum Gaertn*) – род однолетних и многолетних растений семейства гречишных (*Polygonaceae*). В северном полушарии известно три вида: гречиха посевная или культурная (*F. sagittatum Gilib.*), которая подразделяется на два подвида – обыкновенную (*ssp. vulgare St.*) и многолистную (*ssp. multifolium St.*); гречиха татарская (*F. tataricum Gaertn*) или дикорастущая, засоряющая посеvy; гречиха полукустарная (*F. Suffruticosum Schmidt*) – многолетнее растение. В Российской Федерации, Китае, США и Канаде выведены новые формы посевной гречихи, с удвоенным числом хромосом (тетраплоидные). Они отличаются от родительских форм мощностью и позднеспелостью.

Распространение. Родина гречихи – высокогорные влажные районы восточной части Азиатского материка. Предки этой культуры широко распространены в Гималаях на высоте около 3600 м над уровнем моря. Ареал возделывания гречихи очень большой и включает практически все континенты. Наибольшие посевные площади она занимает в США, Китае, Польше, Германии, Австрии, Украине, Голландии, Швеции, Канаде, Японии, Индии. Это растение умеренного пояса. Очень хорошо произрастает в горном климате. В Тибете ее посеvy достигают высоты 3650 м, Юго-Западном Китае – 3400 м, Японии – 1600, а на нагорьях Центральной Азии – даже 4500 м над уровнем моря. Наша страна издавна была главным производителем гречихи. В настоящее время посевные площади этой культуры в Российской Федерации расположены в центральных областях Нечерноземной и Черноземной зон, на Урале, Дальнем Востоке, в Сибири, республиках Татарстан, Башкортостан и Удмуртской республике.

Требования к почве и особенности минерального питания растения. При прорастании семян гречиха выносит семядоли на поверхность почвы. Корневая система стержневая, сильно разветвленная, проникает на глубину до 100 см, однако основная масса её расположена в 25-30 см слое почвы. На подземной части гипокотили образуются придаточные корни. Глубина проникновения и нарастание общей массы корней зависят от условий произрастания – плодородия и гранулометрического состава почв, сроков и способов посева, погодных условий в период вегетации, а также сорта, качества и глубины заделки семян. Корневая система лучше развивается на плодородных и рыхлых почвах, при увеличенной площади питания и достаточном увлажнении почвы.

Благодаря разветвленной корневой системе и сильной кислотообразующей способности гречиха интенсивно усваивает питательные элементы из почвы. Из всех полевых культурных растений гречиха об-

ладает наибольшей способностью синтезировать органические кислоты: 7,01 мг кислот на 1 г сухого вещества, для сравнения, кукуруза – лишь 1,038 мг. Считается, что по усваивающей способности она уступает лишь люпину. По массе корней на единицу площади посева гречиха уступает пшенице в 2,4 раза, ячменю – в 1,6 раза, а по поглотительной способности, наоборот, превосходит в 2,7 раза пшеницу и в 5,5 раза ячмень. За один день корни озимой пшеницы в расчете на 1 г корней усваивают 4,9 мг, ржи – 4,8, ячменя – 7,0, овса – 2,8, проса – 22,0, а гречихи – 33,8 мг питательных элементов (Каргальцев Ю.В., Пруцков Ф.М., 1986). Среднесуточная скорость потребления растениями гречихи фосфора более низкая, чем скорость поступления азота и калия. По среднесуточному выносу элементов питания и воды гречиха значительно превосходит другие культуры (табл. 50; Анохин А.Н., 1962).

Таблица 50 – Среднесуточное потребление питательных веществ и воды растениями гречихи, ячменя и овса в период вегетации, кг/га

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Вода
Гречиха	0,46	0,23	0,62	8300
Ячмень	0,36	0,14	0,46	3400
Овес	0,37	0,15	0,32	6700

Гречиха может возделываться на разных типах почв, начиная с черноземов и кончая солонцеватыми луговоболотными и подзолистыми. Однако лучшими для нее являются легкие по гранулометрическому составу черноземы и окультуренные подзолистые почвы, хорошо обеспеченные питательными веществами и влагой. Ее считают растением влажных долин. Высокие урожаи она формирует на почвах со слабокислой и слабощелочной реакцией, может расти и при колебаниях рН в довольно широких пределах (табл. 51).

Наименее пригодны для произрастания растений гречихи тяжелые по гранулометрическому составу заплывающие почвы. При образовании почвенной корки проростки семян погибают, не имея возможности пробиться на поверхность почвы, или всходы появляются ослабленными. Это ведет к изреживанию посева, зарастанию его сорняками и снижению урожая.

Таблица 51 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для гречихи

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	0,5–1,5	1–3	3–8
рН водной суспензии	5,5–6,5	6,5–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,60
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–35	30–45	45–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	3–5	5–7
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	0,1–0,2	0,2–0,4
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–6	6–10

Гречиха потребляет и выносит с урожаем большое количество элементов питания, что позволяет отнести ее к числу культур, требовательных к минеральному питанию. Поэтому высевая ее на почвах, богатых гумусом и доступными формами элементов питания, получают намного более высокий урожай, чем на бедных. При урожае 20 ц/га растения гречихи выносят из почвы 86 кг азота, 61 – фосфора, 151 – калия, 62 кг – кальция, в то время как яровая пшеница при урожае зерна 25 ц/га и соответствующем количестве побочной продукции выносит почти столько же азота, в 2 раза меньше фосфора, в 3 калия и кальция – в 5 раз меньше. Поступившие в растения гречихи элементы минерального питания распределяются по органам не равномерно (табл. 52; Соколов О.А., 1980).

Таблица 52 – Динамика содержания элементов питания в растениях гречихи, % сухой массы

Орган растения	Фаза вегетации			
	ветвление	бутонизация	цветение	созревание
Азот (N)				
Корни	1,30–1,90	1,20–1,80	0,90–1,70	0,50–1,60
Стебли	1,06–3,51	0,59–2,08	0,29–1,23	0,27–0,84
Листья	3,46–5,42	3,22–4,88	1,60–3,42	0,80–1,80
Бутоны	–	2,80–4,73	–	–
Цветки	–	–	2,10–2,97	–
Плоды	–	–	–	1,10–2,77
Фосфор (P ₂ O ₅)				
Корни	0,40–0,90	0,40–0,70	0,30–0,60	0,20–0,30
Стебли	0,72–1,84	0,49–1,33	0,43–1,00	0,07–0,69
Листья	1,08–2,30	0,80–1,40	0,60–1,10	0,44–0,90
Бутоны	–	1,15–1,80	–	–
Цветки	–	–	0,91–1,13	–
Плоды	–	–	–	0,60–0,84
Калий (K ₂ O)				
Корни	0,80–1,50	0,70–1,40	0,55–0,99	0,21–0,41
Стебли	5,21–9,21	3,28–5,39	3,01–4,43	2,32–4,41
Листья	1,50–4,60	2,30–4,20	2,00–3,60	2,00–3,20
Бутоны	–	2,44–3,01	–	–
Цветки	–	–	1,77–2,11	–
Плоды	–	–	–	0,80–1,21

Содержание азота, фосфора и калия в органах растения колеблется в широких пределах. Максимальное количество их находится в молодых тканях и затем постепенно снижается в процессе онтогенеза. Наибольшее количество азота и фосфора содержится в листьях, а калия в стеблях. Минимальное количество элементов питания находится в корнях гречихи. В надземных вегетативных органах содержится в 2,5–3,0 раза больше фосфора и калия, чем в соломе любой другой зерновой культуры, что свидетельствует о требовательности гречихи к питательным веществам. Потребление питательных элементов гречихой в разные периоды роста и развития не одинаково (табл. 53).

Таблица 53 – Динамика потребления элементов питания растением гречихи, % от максимального

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Ветвление	4,8	4,1	3,9	1,1
Бутонизация	46,5	32,8	41,4	18,3
Цветение	68,9	45,4	72,3	44,1
Плодообразование	98,5	80,0	96,4	81,8
Созревание	100	100	100	100

Наибольшее количество питательных веществ растениями гречихи потребляется до фазы цветения: 60–70 % азота, 40–45 – фосфора и 70–75 % калия. В начальный период вегетации гречиха наиболее интенсивно потребляет азот, используемый растениями для образования белков, большое количество которых расходуется при формировании вегетативных и генеративных органов. Достаточная обеспеченность азотом способствует лучшему развитию растений гречихи и получению высокого урожая. Слабо обеспеченные азотом растения вытягиваются, окраска листьев становится желтовато-зеленоватой, переходящей в желтую, стеблей – пурпурно-зеленоватой. Избыток азотного питания вызывает у растения излишнее развитие надземной вегетативной массы в ущерб корневой системе и образованию зерна, а также удлиняет вегетационный период. При наступлении жаркой сухой погоды такие растения сильно страдают от недостатка влаги и не образуют полноценных плодов.

Гречиха известна как растение с повышенной требовательностью к фосфорному питанию, оптимизация которого способствует лучшему развитию корневой системы и генеративных органов, а так же равномерному созреванию урожая. Наибольшее количество фосфора растения гречихи потребляют в период бутонизация-налив зерна. Низкое содержание в почве доступных растениям его соединений в период цветения приводит к увеличению удельного веса моносахаров в стеблях, что не благоприятно сказывается на углеводном и белковом обмене и в конечном итоге снижает урожай. Признаки фосфорного голодания у гречихи: темно-зеленая со слабо-пурпурным оттенком окраска листьев. При остром недостатке фосфора верхушки более старых листьев растений отмирают.

Калий необходим растениям гречихи для образования углеводов, повышает их устойчивость к полеганию. Наибольшая потребность гречихи в этом элементе наблюдается в фазы бутонизация и цветения. Обеспеченность им в этот период способствует формированию высокого урожая. Недостаток калия в питании растений гречихи проявляется в виде «ожога» краев листьев, которые вначале желтеют, буреют и затем отмирают. Стебли растений становятся чахлыми и склонны к полеганию.

Максимум потребления кальция и серы приходится на период образования генеративных органов и налива плодов, хотя они поступают в растения в течение всей вегетации.

Наряду с макро- и мезоэлементами растения гречихи для роста и развития нуждается в микроэлементах. При недостатке в почве бора гре-

чиха медленно растет, отмечается отмирание тычинок и пестиков, в большом количестве появляется стерильная пыльца. Дефицит марганца вызывает пожелтение листьев при сохранении зеленой окраски жилок. Это ухудшает усвоение ими углекислоты, снижает интенсивность синтеза сахаров, в результате чего снижаются питание завязей (они опадают), озерненность растений и урожай. Симптомы недостатка марганца у растений гречихи чаще всего наблюдаются на сильно известкованных и кислых почвах ($pH > 6,5$). При возделывании гречихи на черноземах недостаток цинка проявляется в образовании мелких узких листьев и укорочении междоузлий, появлении белесого оттенка или крапчатости. В случае недостатка меди во время цветения можно наблюдать пониклость цветоносов и, вследствие этого, образование меньшего количества семян.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками гречихи следует считать сахарную свеклу, картофель, кукурузу на силос, бобовые, пласт и оборот пласта многолетних трав. При пожнивных посевах хорошими предшественниками гречихи являются озимый ячмень и озимая пшеница. На легких супесчаных почвах хорошим предшественником является люпин, а в засушливых условиях Поволжья – чистый пар, озимая или яровая пшеница, идущие по чистому пару или зернобобовым культурам. Под ее посев обычно отводят чистые от сорняков поля, учитывают близость леса, полезащитных лесных полос и естественных водоемов. Деревья хорошо защищают посевы гречихи от весенних и осенних заморозков и от иссушающих ветров во время цветения, способствуют лучшему опылению. Кроме того, в лесу и лесополосах гнездятся насекомые-опылители. Не следует размещать гречиху после картофеля, пораженного нематодой, и овса. При посеве по овсу, ячменю, просо и повторно по гречихе урожайность ее резко снижается. Если принять урожай гречихи по гречихе за 100 %, то после клевера он составил 141 %, гороха – 129, вики – 120, озимой ржи – 115, кормовой свеклы – 110, овса – 79 % (Лосев С.М., Хлебников А.И., 1978).

Д.Я. Ефименко и Г.И. Барабаш (1990) для размещения гречихи в севооборотах рекомендуют использовать следующие ориентировочные схемы:

Нечерноземная зона:

I. 1 – многолетние травы; 2 – озимые; 3 – картофель; 4 – лен; 5 – озимые; 6 – гречиха, кормовая свекла; 7 – люпин на зеленую массу; 8 – озимые; 9 – кукуруза на зерно и силос; 10 – яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

II. 1 – однолетние травы, кукуруза на зеленую массу; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – гречиха; 5 – озимые с подсевом многолетних трав; 6 – многолетние травы; 7 – озимые; 8 – картофель; 9 – кукуруза на зерно; 10 – яровые зерновые.

III. 1 – многолетние травы; 2 – озимые; 3 – лен и однолетние травы; 4 – озимые; 5 – картофель; 6 – гречиха, кукуруза на силос и зеленую массу; 7 – озимые; 8 – лен, корнеплоды, люпин на зерно; 9 – рожь и яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

IV. 1 – многолетние травы; 2 – озимые; 3 – картофель; 4 – люпин; 5 – озимые; 6 – картофель и кормовые корнеплоды; 7 – гречиха, кукуруза на силос; 8 – рожь с подсевом многолетних трав.

Центрально-Черноземная зона:

I. 1 – многолетние травы; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – горох; 5 – озимая пшеница; 6 – сахарная и кормовая свекла; 7 – гречиха; 8 – озимая пшеница; 9 – сахарная свекла; 10 – яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

II. 1 – многолетние, однолетние травы; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – кукуруза на зерно; 5 – горох; 6 – озимая пшеница; 7 – сахарная свекла, картофель; 8 – гречиха, кукуруза на силос; 9 – озимая пшеница и рожь; 10 – яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

III. 1 – многолетние травы; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – зернобобовые; 5 – озимая пшеница; 6 – гречиха, кукуруза на зерно; 7 – кукуруза на зеленый корм, однолетние травы; 8 – озимые; 9 – сахарная свекла; 10 – яровые колосовые с подсевом трав.

IV. 1 – многолетние и однолетние травы; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – кукуруза на зерно, просо; 5 – горох; 6 – озимая пшеница; 7 – сахарная свекла, подсолнечник; 8 – гречиха, кукуруза на силос; 9 – озимые, ячмень с подсевом многолетних трав.

V. 1-2 – многолетние травы; 3 – озимая пшеница, пожнивные посевы на корм; 4 – сахарная и кормовая свекла, картофель; 5 – зернобобовые, смесь зернобобовых с овсом на зеленый корм и силос; 6 – озимая пшеница; 7 – сахарная свекла; 8 – гречиха, кукуруза на зерно и силос; 9 – кукуруза на силос и зеленый корм, озимые на зеленый корм (после гречихи и кукурузы на силос) + поукосные посевы, однолетние травы на зеленый корм; 10 – яровые зерновые с подсевом смеси люцерны с клевером или чистый посев люцерны.

VI. 1-2 – люцерна; 3 – озимая пшеница + пожнивные; 4 – кукуруза на силос и зерно; 5 – гречиха, зернобобовые, однолетние травы на корм; 6 – озимая пшеница; 7 – сахарная свекла; 8 – яровые зерновые с подсевом трав.

VII. 1 – многолетние и однолетние травы; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла, кормовые корнеплоды; 4 – кукуруза на зерно; 5 – кукуруза на зерно и силос; 6 – горох (чина); 7 – озимая пшеница; 8 – гречиха, озимая рожь, просо, овес; 9 – ячмень с подсевом многолетних трав.

Северный Кавказ:

I. 1 – пар чистый; 2-3 – озимая пшеница; 4 – гречиха, просо; 5 – озимый ячмень.

Поволжье, Урал:

I. 1 – пар; 2 – озимые; 3 – яровая пшеница; 4 – гречиха, зернобобовые; 5 – ячмень.

II. 1 – пар; 2 – озимые; 3 – гречиха; 4 – яровая пшеница; 5 – ячмень.

III. 1 – пар чистый; 2 – озимая рожь; 3 – яровая пшеница; 4 – горох; 5 – гречиха; 6 – яровая пшеница; 7 – ячмень, овес.

IV. 1-2 – многолетние травы; 3 – озимая рожь; 4 – кукуруза, однолетние травы; 5 – яровая пшеница; 6 – гречиха; 7 – яровая пшеница с подсевом многолетних трав.

V. 1 – пар чистый; 2 – озимые; 3 – гречиха, просо; 4 – яровая пшеница; 5 – кукуруза; 6 – яровая пшеница; 7 – ячмень, подсолнечник.

VI. 1 – пар; 2 – озимые; 3 – гречиха, картофель; 4 – яровая пшеница; 5 – чистый пар и зернобобовые или однолетние травы; 6 – озимые; 7 – яровая пшеница; 8 – кукуруза; 9 – яровая пшеница; 10 – зернофуражные, подсолнечник.

Западная Сибирь:

I. 1 – пар чистый; 2 – яровая пшеница; 3 – гречиха, зернобобовые; 4 – яровая пшеница; 5 – зернофуражные.

II. 1 – пар чистый и занятый; 2 – сахарная свекла и яровая пшеница; 3 – яровая пшеница; 4 – ячмень с подсевом трав; 5-6 – многолетние травы; 7 – яровая пшеница; 8 – кукуруза на силос; 9 – гречиха, яровая пшеница; 10 – яровые зерновые.

Восточная Сибирь:

I. 1 – пар чистый; 2 – пшеница; 3 – гречиха, зернофуражные; 4 – кукуруза, однолетние травы; 5 – пшеница; 6 – зернофуражные.

II. 1 – пар; 2 – пшеница; 3 – зернофуражные; 4-5 – многолетние травы; 6 – пшеница; 7 – зернофуражные; 8 – кукуруза; 9 – гречиха, пшеница; 10 – зернофуражные.

Дальний Восток:

I. 1 – соя; 2 – гречиха, пшеница; 3 – пшеница.

II. 1 – соя; 2 – пшеница; 3 – гречиха, пшеница.

Благодаря введению гречихи в севооборот и посеве ее после предшественников, под которые вносятся в полной дозе органические и минеральные удобрения, а также высокой культуре земледелия, урожайность этой культуры достигает более 2,0 т/га.

Удобрение. Для формирования 1 ц зерна и соответствующего количества вегетативной массы растения гречихи выносят 5 кг азота, 2,4 кг фосфора и 8 кг калия. С учетом наличия элементов питания в почве и коэффициентов их использования разработаны нормативы затрат удобрений на единицу продукции (табл. 54).

Таблица 54 – Нормы затрат питательных веществ на формирование 1 т зерна гречихи

Зона	Затраты, кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Лесолуговая	35–40	50–60	30–45
Лесостепная и предгорная	35–40	40–50	20–40
Степная	25–35	30–40	20–30

Высокая потребность гречихи в питательных элементах связана с интенсивным нарастанием вегетативной массы, быстрым вступлением в генеративный период, образованием большого числа цветков при продолжительном периоде цветения и формирования вегетативных органов. Поэтому удобрение занимает видное место в системе мероприятий по повышению урожайности гречихи. Потенциальные возможности удобрений

очень велики: при правильном их использовании на фоне высокой агротехники они обеспечивают примерно половину всего прироста урожая. Эффективность внесения органических и минеральных удобрений под гречиху в большой мере зависит от способа и времени их внесения, почвенно-климатических условий хозяйства и общего уровня культуры земледелия. На почвах с низким естественным плодородием (дерново-подзолистые и серые лесные почвы) гречиха положительно реагирует на прямое внесение перепревшего навоза, а также торфо-фосфоритных и навозо-фосфоритных компостов. Доза внесения определяется климатическими условиями зоны, плодородием и гранулометрическим составом почвы, но чаще всего составляет 15–20 т/га. На малоплодородных песчаных почвах эффективно использование в качестве органических удобрений сидератов. На черноземных почвах органические удобрения под гречиху, как правило, не вносят, применяя их под озимую пшеницу и сахарную свеклу. Гречиха же хорошо использует их последствие. Минеральные удобрения при непосредственном внесении повсеместно повышают урожай гречихи, но наибольшая их эффективность проявляется на почвах с рН выше 5,6 и низким уровнем естественного плодородия, расположенных в условиях достаточного увлажнения.

Применение минеральных удобрений повышает урожайность гречихи в среднем по различным почвенно-климатическим зонам страны на 3–5 ц/га, или на 20–45 %. Наиболее высокие прибавки отмечены на дерново-подзолистых и светло-серых оподзоленных почвах, бедных питательными веществами и расположенных в зоне достаточного увлажнения. При движении с севера на юг изменяется не только эффективность системы удобрения, но и отдельных видов удобрений. По мере ослабления выщелоченности почв заметно снижается эффективность азотных и повышается роль фосфорных удобрений. Однако на всех типах почв – от дерново-подзолистых до выщелоченных черноземов, где эффективен азот, лучшие результаты дает совместное внесение азотно-фосфорных удобрений, а также применение полного минерального удобрения.

Дозы удобрений под гречиху в первую очередь зависят от типа почвы, содержания в ней подвижных форм элементов питания, предшественника. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах, содержащих мало гумуса и хорошо обеспеченных подвижными формами фосфора и калия, для получения высокой урожайности гречихи эффективно полное минеральное удобрение с соотношением N : P : K соответственно 2:1:1 или 1,5:1:1. На черноземных почвах гречиха дает высокие урожаи при внесении NPK в соотношении 1:1:1 или 0,5:1:0,5 в зависимости от гранулометрического состава и обеспеченности почв подвижными формами фосфора.

На дерново-подзолистых и серых лесных почвах удобрения применяют из расчета $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$, а на черноземных – $N_{30-45}P_{45-60}K_{20-30}$. При этом коэффициент компенсации выноса азота за счет удобрений составляет 0,5; фосфора в зависимости от его содержания в почве от 1,0 до 1,5; калия – от 0,3 до 0,8.

Поукосные и пожнивные посеы гречихи обеспечивают наибольшую продуктивность в случае внесения удобрений в повышенных дозах под предшественник. В условиях Предкавказья максимальный прирост продуктивности гречихи достигнут при внесении под предшественник $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Система удобрения гречихи включает основное, припосевное и подкормки.

Основное удобрение. В большинстве случаев, особенно в засушливых условиях, основное удобрение дает наибольший эффект, т. к. питательные вещества при этом полностью заделываются в почву на глубину вспашки, где всегда есть влага. Основное удобрение вносят под зяблевую вспашку или первую культивацию зяби. Осеннее внесение полного минерального удобрения обеспечивает более высокую прибавку урожая, чем весеннее, особенно в зоне неустойчивого увлажнения на глубоких малогумусных и мощных черноземах.

Доза основного удобрения зависит от плодородия почвы, удобрений внесенных под предшественник, и общего уровня культуры земледелия. Обычно на черноземных почвах вносят N_{30-45} , P_{45-60} и K_{20-30} , на серых, темно-серых и оподзоленных черноземах – $N_{45}P_{60}K_{40}$ и на дерново-подзолистых почвах – N_{45-60} , P_{45-60} и K_{50-60} . Дозы фосфорных и калийных удобрений корректируют в зависимости от содержания этих элементов в почве: при среднем – применяется коэффициент 1,3, высоком – 0,7, очень высоком – 0,5. Важнейшим условием высокой эффективности основного удобрения является заделка его с осени под вспашку.

Азотные удобрения применяют весной под предпосевную обработку почвы из расчета 30–50 кг/га азота. Формы азотных удобрений оказывают определенное влияние на урожайность гречихи. Применение сульфата аммония имеет преимущество перед другими формами удобрений (табл. 55).

Таблица 55 – Влияние азотных удобрений на урожайность зерна гречихи

Вариант	Урожайность зерна, т/га	Прибавка,	
		т/га	%
Без удобрений	1,55	–	–
$P_{60}K_{45}$ (фон)	1,62	0,07	4,5
Фон + сульфат аммония	1,77	0,22	14,2
Фон + аммонийная селитра	1,65	0,10	6,5
Фон + мочевины	1,58	0,03	1,9

Положительное действие сульфата аммония обусловлено наличием в нем сульфат-иона. К сказанному о возможном положительном влиянии сульфат-иона можно добавить следующее. Одна из причин низкого урожая гречихи – недостаточное количество полноценной завязи при обильном цветении. Нормальному формированию завязи способствует интенсивное опыление пчелами, которое наблюдается при

высоком содержании нектара. Последний образуется в нектарниках в результате восстановительных процессов. Аммонийная форма азота создает более благоприятные условия для восстановительных реакций, что и приводит к увеличению количества нектара.

На внесение фосфорных удобрений гречиха положительно реагирует почти на всех типах почв, но наибольшие прибавки они обеспечивают на черноземах. Роль фосфорных удобрений увеличивается по мере уменьшения выщелоченности почв. Из фосфорных удобрений под гречиху используют преимущественно суперфосфат и фосфоритную муку. Фосфоритную муку следует вносить осенью под зяблевую вспашку из расчета 1–1,5 т/га в физическом весе. Водорастворимые фосфорные удобрения применяют под зябь и предпосевную культивацию из расчета P_{40-60} .

Гречиха хорошо усваивает питательные вещества из труднорастворимых фосфатов, поэтому под ее посевы в первую очередь нужно применять фосфоритную муку – наиболее дешевое и в то же время полноценное фосфорное удобрение, особенно на кислых дерново-подзолистых, серых лесных почвах, а также на выщелоченных и оподзоленных черноземах. При правильном использовании фосфоритная мука по удобрительной ценности не уступает суперфосфату и, кроме того, она нейтрализует повышенную кислотность почвы, что повышает эффективность других видов удобрений.

При использовании калийных удобрений (хлористый калий, калийная соль) необходимо учитывать повышенную отрицательную реакцию гречихи на хлор. В связи с этим хлорсодержащие калийные удобрения необходимо вносить заблаговременно, под основную обработку почвы, что обеспечивает вымывание хлора за пределы корнеобитаемого слоя. Лучше использовать калийные удобрения, не содержащие хлор (сульфат калия, калимагнезия, калийно-магниевый концентрат).

Рядковое удобрение. Наряду с основным удобрением большое значение в повышении урожайности гречихи имеет рядковое или припосевное. Оно обеспечивает растения питательными элементами в начальный период, способствует лучшему развитию корневой системы и усвоению основного удобрения. Наибольший эффект при внесении в рядки дает гранулированный суперфосфат. Это объясняется тем, что с момента прорастания семян и выхода семядолей на поверхность почвы растения гречихи нуждаются в легкоусвояемых солях фосфорной кислоты, которых в это время в почве недостаточно. Поэтому молодые растения могут испытывать недостаток фосфора, что отрицательно сказывается на их последующем развитии и продуктивности. При внесении же суперфосфата в рядки фосфор усваивается в начальные фазы роста и развития, что значительно улучшает режим питания растений и обуславливает высокую эффективность этого приема внесения удобрений.

Подкормка посевов гречихи – обязательный агротехнический прием, даже если удобрения в достаточном количестве вносили под предшествующую гречихе культуру или непосредственно перед ее посевом. Критический период у растений гречихи, определяющий во

многим уровень ее урожайности, сравнительно короткий. С началом плодообразования растения продолжают ветвиться, накапливают вегетативную массу, усиленно цветут и предъявляют повышенные требования к пищевому, водному, тепловому, воздушному режимам. Чтобы обеспечить оптимальные условия для развития растений, посевы подкармливают минеральными удобрениями или птичьим пометом, навозной жижей, разбавленными водой. Для подкормки целесообразно использовать сложные удобрения в дозах 10–20 кг/га д.в. При подкормке посевов вносят 4–5 ц/га птичьего помета, разведенного в шести-восьми частях воды, или 4–5 т/га навозной жижи, разбавленной в трех-четыре части воды. Если необходимо задержать ростовые процессы у гречихи и усилить плодообразование, подкормку нужно проводить одним суперфосфатом или древесной золой. Подкормку лучше всего сочетать с междурядной обработкой широкорядных посевов, при этом одновременно с первым рыхлением вносят местные удобрения, а во время второго рыхления – минеральные, используя культиваторы-растениепитатели. При этом вносят удобрения на глубину 8–10 см. При сплошных посевах подкормку следует проводить с помощью авиации или по технологической колее. Лучший срок подкормки гречихи – межфазный период бутонизация–начало массового цветения

На посевах гречихи весьма эффективна и некорневая подкормка растений водными растворами минеральных удобрений. Прибавка урожайности зерна от подкормки составляет 1,4–2,9 ц/га (табл. 56; Алексеева Е.С., 1976).

Таблица 56 – Влияние некорневой подкормки растений на урожайность зерна гречихи, ц/га

Удобрение	Урожайность	Прибавка
Вода (контроль)	25,6	–
Мочевина	27,0	1,4
Аммонийная селитра	28,5	2,9
Суперфосфат	28,5	2,9

Некорневую подкормку посевов следует проводить в фазу бутонизация-начало массового цветения. Её проводят во второй половине дня или после небольшого дождя, так как влажные листья лучше поглощают питательные вещества. Подкормка в сухую и дождливую погоду не дает эффекта.

Под гречиху наряду с твердыми удобрениями широко рекомендуется применение жидких (жидкий аммиак и жидкие комплексные) удобрений. Использование жидких комплексных удобрений (ЖКУ) в производстве имеет ряд существенных преимуществ. ЖКУ представляют собой раствор, содержащий два наиболее важных элемента минерального питания (азот и фосфор) в оптимальном соотношении – 10 и 34 % по массе. Во время погрузки и разгрузки полностью исключается

ручной труд, а при транспортировке, хранении и внесении в почву предотвращаются потери питательных веществ. Эти удобрения в своем составе не содержат свободный аммиак, в связи с чем отпадает необходимость использования для их транспортировки и хранения герметических емкостей, а также внесения в почву на определенную глубину с целью предотвращения возможных потерь азота. Применение ЖКУ выгодно тем, что они быстро усваиваются растениями и имеют высокий коэффициент использования питательных элементов. С точки зрения технологических процессов внесения и требований технологии возделывания ЖКУ имеют следующие преимущества: снижение потерь (по сравнению с твердыми удобрениями) в 10-15 раз; возможность равномерного распределения по площади поля (неравномерность 10–15 %); получение абсолютно точных соотношений питательных веществ в растворах; при правильном комплектовании машин увеличение производительности в 1,5–2 раза по сравнению с разбросным способом.

В зависимости от используемых машин и требований агротехники удобрения можно вносить поверхностно с последующей заделкой или внутрпочвенно. Дозу внесения и соотношение питательных веществ устанавливают по данным картограмм обследования полей, исходя из планируемого урожая и наличия удобрений в хозяйстве. При внесении жидких удобрений необходимо соблюдение следующих агротехнических требований: глубина заделки при внутрпочвенном способе внесения — 12–18 см; влажность почвы не должна превышать 22 %; расстояние между лентами при локальном способе — не более 35 см; нельзя применять поверхностный способ, если скорость ветра превышает 10 м/с; при температуре воздуха ниже 18°C ЖКУ следует подогревать. В зонах неустойчивого увлажнения жидкие азотные удобрения лучше вносить под вспашку, в зонах достаточного увлажнения на заплывающих почвах — поздней осенью при безотвальной обработке зяби. ЖКУ можно вносить одновременно с лушением жнивья, а также поздней осенью при культивации. Гречиха малочувствительна к почвенной кислотности, однако, для более эффективного использования удобрений почвы с повышенной кислотностью известкуют, внося по 1–1,2 т/га извести. На легких почвах следует вносить магний в виде доломитовой муки от 30 до 60 кг на 1 га.

Гречиха высоко отзывается на микроудобрения. Применение их на посевах гречихи улучшает обмен веществ в растениях, повышает урожай и качество зерна. При применении микроудобрений под гречиху используют один из микроэлементов, находящийся в минимуме.

В почву микроудобрения вносят в составе сложных минеральных удобрений (табл. 57). Предпосевная обработка семян проводится растворами солей микроэлементов, которая хорошо совмещается с протравливанием и применением пленкообразующих веществ.

Некорневую подкормку растений гречихи проводят растворами борной кислоты (0,01-0,05 %-ный), сернокислого марганца (0,02-0,03 %-ный) и молибденовокислого аммония (0,1 %-ный) в вечерние часы при расходе жидкости 500 л/га.

Таблица 57 – Дозы и способы внесения микроудобрений

Микроэлемент	В почву, кг д. в. на 1 га		Предпосевная обработка семян, г/т
	до посева	в рядки	
B	–	0,2	200–300
Cu	0,5–1,0	–	200–350
Mn	1,5–3,0	1,5	150–250
Zn	1,2–3,0	–	200–250
Mg	0,5–0,6	–	200–300

Микроэлементы, внесенные в подкормку, способствуют усилению фотосинтеза и дыхания, более интенсивному усвоению азота, фосфора и калия из удобрений, лучшему развитию и ускорению созревания репродуктивных органов, повышению устойчивости растений гречихи к заболеваниям.

3.2.2. Просо

Просо (*Panicum L.*) – род однолетних травянистых растений семейства злаков (*Poaceae*). Насчитывает более 400 видов. В мировом земледелии для получения зерна возделывают в основном один вид – просо обыкновенное (*P. miliacem L.*) с $2n=36$ (иногда 42).

Распространение. Просо вместе с гречихой и рисом составляет основную группу крупяных культур. Ежегодно в мире производится около 30 млн. т зерна проса. Главные его производители – Индия, Китай, Казахстан. Северная граница массового возделывания этой культуры проходит по 50°с.ш. через Францию, Германию, Белоруссию, а в России – через Иваново, Москву, Нижний Новгород, Ижевск, Тюмень, Томск, Красноярск, Братск, Хабаровск. Южная граница – проходит через субтропические области Китая, Южную Индию, страны Аравийского полуострова и Северную Африку. В горных районах Алтая просо произрастает на высоте до 1200 м над уровнем моря, в среднеазиатских государствах – 2446-2590 м, на Памире – 2700 м, в Тибете (Китай) – 3860 м, Иране (Хорасан) – 1828 м, Грузии – 1600 м, Дагестане – 2000 м над уровнем моря. Основные площади посевов проса в Российской Федерации сосредоточены в Поволжье, Ростовской области, Центральном Черноземье, Западной Сибири, на Северном Кавказе.

Требования к почве и особенности минерального питания растения. Просо произрастает на различных почвах – черноземных, каштановых, солонцеватых, солонцовых, лугово-болотных, серых лесных и подзолистых. Лучшие почвы для его возделывания – структурные, хорошо аэрируемые, с высоким содержанием легкорастворимых форм питательных веществ, чистые от сорняков. По гранулометрическому составу наиболее пригодны средне- и легко суглинистые почвы. Уплотнение почвы, переувлажненность, глеевые явления, слитость – неблагоприятны. Малопригодны для проса скелетные каменистые поч-

вы. Среди зерновых эта культура является одной из наиболее устойчивых к засолению. Лучшая почвенная среда для просо – нейтральная или слабощелочная (табл. 58; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 58 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для проса

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–8	–
pH водной суспензии	6,5–7,0	7–8	8,0–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,30	1,30–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины(<0,01 мм), %	10–30	30–45	45–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	3–5	5–10
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	0,1–0,2	0,2–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–10

В засушливых условиях просо целесообразнее высевать на более связных, а в районах достаточного увлажнения – на более легких, хорошо прогреваемых почвах. На заплывающих землях всходы появляются поздно, изреживаются, а иногда совсем не появляются.

На формирование 1 ц зерна и соответствующего количества соломы просо потребляет 2,8–4 кг N, 1–2 кг P₂O₅, 2,3–3,4 кг K₂O. По количеству потребляемых элементов питания оно близко к яровой пшенице (табл. 59; Сараев П.И., 1942). Больше всего просо выносит калия, затем азота и фосфора. Наибольшее количество азота и фосфора (60–70 %) выносятся с зерном, а калия, наоборот, более 90 % выносятся с соломой.

Таблица 59 – Хозяйственный вынос питательных веществ зерновыми культурами

Культура	Вынос, кг/га			
	азот (N)	фосфор (P ₂ O ₅)	калий (K ₂ O)	кальций (CaO)
Просо	45,0	21,0	53,0	15,4
Рожь озимая	34,5	20,6	39,0	10,0
Пшеница яровая	47,8	18,8	31,5	8,2
Ячмень	35,5	14,0	29,8	8,1

В начальный период своего развития растения просо больше всего нуждаются в азотном питании, затем – в калийном и фосфорном. Максимальная потребность в азоте и калии приходится на период кушение-цветение растений, а в фосфоре – выметывание метелки-спелость зерна (табл. 60; Лысов В.Н., 1968).

Внешние симптомы недостатка азота у растений проса – желтовато-зеленая, переходящая в желтую, окраска листьев и их отмирание с кончика; фосфора – замедленный рост растений и темно-зеленая окраска листьев; калия – «ожог» краев листьев; на ранних стадиях верхушки и края наиболее старых листьев сначала буреют, а затем отмирают.

Таблица 60 – Динамика потребления элементов питания растением проса, % от максимального

Показатель	Фаза вегетации		
	кущение	цветение	спелость
Сухое вещество	3	38	100
Вынос: азота	8	60	100
калия	7	97	100
кальция	5	55	100
фосфора	4	43	100

В питании проса существенное значение имеют мезоэлементы: кальций, магний, железо и микроэлементы: бор, марганец, цинк медь, молибден. Они повышают активность различных ферментов, ускоряют биохимические процессы в растениях, способствуют синтезу аминокислот, белков, витаминов и углеводов.

Недостаток марганца наблюдается чаще на карбонатных почвах. Листья покрываются хлоротичными пятнами разных тонов («серая пятнистость»). Симптомы недостатка цинка проявляются обычно на черноземах и выражаются в формировании листьев с белесым оттенком или крапчатостью.

Оптимизация питания растений способствует более производительному использованию воды, повышению фотосинтетической активности ассимиляционного аппарата, количества и качества урожая.

Место в севообороте. В первый период после появления всходов на протяжении 20–25 дней растения проса растут медленно и сильно угнетаются сорняками. Отсюда главное требование, которое надо предъявлять к предшественникам проса, – это чистота поля. Важно также, чтобы почва содержала достаточное количество легкоусвояемых растением форм питательных веществ и влаги на протяжении всего вегетационного периода. При размещении проса в севообороте необходимо учитывать и влияние его на урожай последующей культуры.

При оценке качества предшественников проса следует также учитывать возможность развития опасных для него вредителей. Например, пласт многолетних трав и залежь способствуют увеличению в почве количества личинок проволочника и майского жука, которые повреждают корни проса, что приводит к гибели растений. Кукуруза имеет своего специфического вредителя – кукурузного мотылька, который опасен и для проса. Поэтому при массовом появлении этого вредителя на посевах кукурузы не следует размещать после неё просо. На посевах проса размножается опасный для него вредитель – просяной комарик, с которым борются главным образом путем чередования культур (Якименко А.Ф., 1975).

Лучшими предшественниками для проса являются озимые культуры, многолетние и однолетние травы, зернобобовые, гречиха, лен масличный, сахарная свекла, картофель, кукуруза на силос. Оно хорошо идет и по свежеспаханной целине.

Ценность озимых культур в качестве предшественников проса определяется тем, что они оставляют после себя чистые от сорняков поля с достаточным запасом питательных веществ в почве. Высокая эффективность многолетних и однолетних трав, зернобобовых культур как предшественников проса обуславливается сравнительно небольшой засоренностью их посевов, а также тем, что после них в почве остается достаточное количество легкорастворимых форм питательных веществ. Пласт многолетних злаковых трав как предшественник для этой культуры менее эффективен, чем пласт бобовых трав. Сахарная свекла и картофель благодаря междурядной обработке хорошо очищают поле от сорняков, а внесенные под них удобрения оказывают свое последствие и на просо.

Плохими предшественниками для проса являются яровой ячмень, овес, суданская трава. Просо плохо переносит повторный посев. Наиболее радикальное средство борьбы с просоутомлением – соблюдение севооборота: эта культура не должна возвращаться на поле раньше, чем через пять-шесть лет. В качестве пожнивной культуры просо на зерно можно сеять только в благоприятных климатических условиях. Его можно использовать для посева вместо вымерзших озимых, но только в том случае, если участок не засорен.

И.Н. Елагин (1981) для размещения проса в севооборотах рекомендует использовать следующие ориентировочные схемы:

I. 1 – однолетние травы; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – просо, ячмень+многолетние травы; 5 – горох, многолетние травы; 6 – озимые; 7 – сахарная свекла, кориандр; 8 – кукуруза на силос и зеленый корм; 9 – яровые зерновые и озимые; 10 – подсолнечник.

II. 1 – озимые, вико-овсяная смесь, кукуруза (по $\frac{1}{3}$ поля, все на зеленый корм); 2 – озимая пшеница; 3 – свекловысадки; 4 – яровая пшеница с подсевом многолетних трав; 5 – многолетние травы первого года пользования; 6 – просо; 7 – горох; 8 – озимая пшеница; 9 – сахарная свекла; 10 – кукуруза на силос.

III. 1 – озимые на зеленый корм, вико-овсяная смесь на зеленый корм, черный пар (по $\frac{1}{3}$ поля); 2 – озимая пшеница; 3 – свекловысадки и свекла; 4 – яровая пшеница с подсевом смеси многолетних бобовых и злаковых трав; 5 – многолетние травы первого года пользования; 6 – многолетние травы второго года пользования; 7 – озимые; 8 – сахарная свекла; 9 – просо; 10 – ячмень; 11 – кукуруза на силос.

IV. 1 – пар чистый; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла и кормовые корнеплоды; 4 – ячмень; 5 – горох; 6 – озимая пшеница и рожь; 7 – просо; 8 – кукуруза на силос и зеленый корм; 9 – овес и суданская трава на семена.

V. На средне- и сильноосмытых почвах: 1 – летний посев многолетних трав; 2 – многолетние травы первого года пользования; 3 – просо; 4 – горох; 5 – озимая пшеница; 6 – ячмень; 7 – вико-овсяная смесь; 8 – озимая пшеница.

VI. На крутых склонах с сильноосмытыми почвами: 1 – летний посев многолетних трав; 2 – многолетние травы первого года пользо-

вания; 3 – многолетние травы второго года пользования; 4 – многолетние травы третьего года пользования; 5 – просо; 6 – горох; 7 – озимая пшеница; 8 – ячмень.

Удобрение. Просо весьма требовательно к уровню плодородия почвы. Для его нормального развития необходимо достаточное количество доступных растениям форм элементов питания в почве (табл. 61; Мартыненко Б.П., Осадчук А.П., 1986).

Таблица 61 – Рекомендуемые величины агрохимических показателей почвы при выращивании проса

Тип почвы	Содержание подвижных форм, мг/кг почвы		Метод определения
	фосфор	калий	
Серые лесные	160	160	по Кирсанову
Черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные и обыкновенные	160	160	по Чирикову
Черноземы предкавказские и приазовские	35	300	по Мачигину
Каштановые	30	300	по Мачигину

Научно обоснованную систему удобрения проса составляют для каждого поля, учитывая:

- результаты агрохимического обследования участка и его агрохимического паспорта;
- систему мероприятий по комплексному агрохимическому окультуриванию поля, включающую внесение известковых и органических удобрений;
- потребность растений в питательных веществах на основе агрохимического обследования почв и результатов растительной диагностики;
- комплексную обработку семян протравителями, пленкообразующими препаратами и микроэлементами.

Эффективность внесения удобрений под просо в большой мере зависит от почвенно-климатических условий хозяйства, способа внесения и общего уровня культуры земледелия.

Система удобрения проса включает в себя основное удобрение, предпосевное, припосевное, или рядковое, и подкормку (рис. 2).

Создание оптимальных условий минерального питания растений можно предусмотреть при расчете доз удобрений. Затраты на получение 1 т основной продукции с учетом побочной приведены в таблице 62.

Таблица 62 – Нормы затрат питательных веществ на 1 т продукции, кг д.в.

Природно-экономический район	Всего	в том числе		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Центрально-Черноземный район	81	29	29	23
Поволжье	71	24	27	20
Северный Кавказ	73	25	31	17

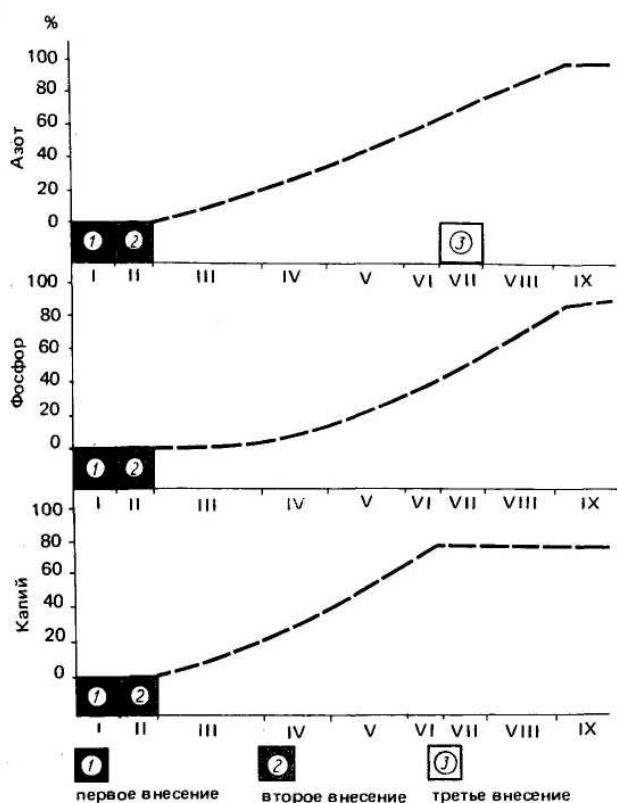


Рис. 2. Сроки внесения удобрений по фазам развития проса в зависимости от потребления растениями из почвы основных питательных веществ (% общей потребности):

I – до сева; II – в рядки; III – прорастание семян – всходы; IV – кущение; V – выход в трубку; VI – выметывание; VII – цветение; VIII – формирование зерна; IX – созревание

Дозы фосфорных и калийных удобрений корректируют в зависимости от содержания фосфора и калия в почве: при высоком содержании применяется коэффициент 0,7, при среднем – 1,3. Расчет доз минеральных удобрений для каждого конкретного поля целесообразно проводить балансовым методом на основании выноса элементов минерального питания.

Основное удобрение. Основное удобрение обычно вносят осенью под зяблевую вспашку. При этом применяют как органические, так и минеральные удобрения. Из органических – наиболее распространенным является навоз, а также перегной, птичий помет и всевозможные компосты из органических отходов.

Хорошим органическим удобрением для проса является запаханная зеленая масса люпина. Особенно сильно реагирует просо на внесение навоза в северных районах его возделывания, на более бедных почвах. Просо очень хорошо использует последствие навоза. Поэтому в районах, где широко возделывают озимую пшеницу, сахарную свеклу, кукурузу, картофель, навоз вносят под эти культуры, а после них размещают просо.

Дозы основного удобрения дифференцируют в зависимости от предшественника, планового урожая и содержания питательных веществ в почве. Под основную обработку рекомендуются примерно следующие дозы при посеве проса после озимых и ранних зерновых культур: 30-40 кг/га азота, 30-50 – фосфора и 40 кг/га калия. Доза внесения навоза определяется типом почвы: на черноземах – 15-25 т/га, на лесных суглинках – 30-35 и подзолистых почвах – 40 т/га.

Главное условие высокой эффективности основного удобрения – его заделка с осени под вспашку. В засушливых зонах с осени целесообразно применение полного удобрения, в увлажненных зонах и на почвах легкого гранулометрического состава фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под вспашку, а азотные – под предпосевную культивацию. Внесение минеральных удобрений под культивацию зяби весной дает меньший эффект, чем под вспашку осенью. Лишь азотные удобрения лучше применять весной под культивацию, так как они могут вымываться из почвы. При плоскорезной обработке почвы наибольший эффект дает внесение минеральных удобрений зерновыми сеялками на глубину 3-4 см и более или сеялками, оборудованными для наклонно-ленточного внесения туков.

Лучшими формами минеральных удобрений для проса являются аммонийная селитра, суперфосфат и хлористый калий. При плоскорезной обработке почвы целесообразно использовать сложные удобрения: аммофос, нитрофоску, нитроаммофос.

Рядковое удобрение. Важное звено в системе удобрения проса – внесение удобрений в рядки при посеве. Сразу после прорастания семян эта культура остро нуждается в усвояемых формах фосфора. Поэтому рядковое фосфорное удобрение улучшает питание растений в первые фазы их развития, усиливает рост корневой системы и дает значительную прибавку урожая. В этом случае повышается коэффициент использования растениями фосфора. При рядковом внесении наиболее эффективен гранулированный суперфосфат в дозе P_{10-15} .

Следует отметить, что внесение удобрений в рядки при посеве не может заменять основное удобрение, а лишь дополняет его. Только правильное сочетание основного и рядкового удобрений создает благоприятные условия питания растений и обеспечивает наиболее высокий урожай проса. Удобрения, внесенные в рядки, усиливают рост и развитие растений в начальных фазах, а затем, с ростом корневой системы вглубь почвы, растения интенсивно используют питательные вещества, внесенные в основной прием.

Подкормка. Растянutosть потребления растениями проса питательных веществ и высокая потребность в них во второй половине вегетации обуславливают необходимость подкормок. Их проводят в фазе кущения и начала выхода растений в трубку. Примерные дозы минеральных удобрений при первой подкормке: $N_{20}P_{30}K_{20}$, второй – $N_{10}P_{15}K_{15}$. На широкорядных посевах сочетают подкормку с междурядной обработкой культиваторами-растениепитателями. Удобрение вносят на глубину 8-10 см на расстоянии 8-10 см от рядка. При сплошном посеве подкормку можно проводить с помощью авиации или по постоянной технологической колее.

Подкормка особенно эффективна в случае, когда удобрения не вносились ни под зяблевую вспашку, ни под культивацию зяби, ни при посеве проса. Ее целесообразно применять при достаточной увлажненности верхнего слоя почвы. В засушливых условиях, когда верхний

слой почвы иссушается, подкормка неэффективна. Возможно проведение некорневой подкормки растворами минеральных удобрений.

Микроудобрения. В почву микроудобрения вносят в составе сложных минеральных удобрений. Дозы и способы приведены в таблице 63.

Таблица 63 – Дозы и способы внесения микроудобрений на посевах просо

Микроэлемент	Внесение с макроудобрениями, кг/га		Предпосевная обработка семян, г/т
	до посева	в рядки	
B	–	0,2	200–300
Cu	0,5–1,0	–	200–350
Mn	1,5–3,0	1,5	150–200
Zn	1,2–3,0	–	200–250
Mg	0,5–0,6	0,2	–

Предпосевная обработка семян проводится солями микроэлементов и хорошо совмещается с протравливанием и пленкообразующими веществами.

В фазе налива зерна рекомендуются некорневые подкормки посевов проса поликомпонентными удобрениями, содержащими в своем составе азот и микроэлементы. Для этих целей используются мочевины (N_{5-10}) и 0,05 % водные растворы микроэлементов (Mo, B, Cu, Zn, Co, Mn). Норма расхода рабочей жидкости 200 л/га. Агроприем способствует повышению содержания белка в зерне.

3.2.3. Рис

Рис (*Oryza L.*) – род однолетних и многолетних растений семейства злаков (*Poaceae*) трибы рисовых (*Oryzaceae*). Насчитывает 19 видов, объединяемых в 3 секции – *Sativa Roshev*, *Officinalis Wall*, и *Granulata Roshev*. В культуре 2 вида: рис посевной (*O. Sativa L.*) и рис голый (*O. glaberrima Steud.*). В Российской Федерации выращивают рис посевной.

Распространение. Родина риса – тропический и субтропический пояс Юго-Восточной Азии. В Китае, Вьетнаме, Индии, Бирме, Индонезии, Японии и в ряде других стран он известен уже более 4–5 тыс. лет. В Азии сосредоточено 93 % мирового производства риса, в Южной Америке – 4,3 %, в Африке – 1,5, в Северной Америке – 1,2, в Европе – 0,6 %. Ареал распространения этой культуры охватывает всю тропическую и субтропическую зону и глубоко выдается за их пределы в южном и северном полушариях. Северная граница ареала в Калифорнии достигает 40°с.ш., в Мексике – опускается до 32°с.ш. и снова поднимается в бассейне Миссури до 37°с.ш. В Португалии рис произрастает на широте 42°, а в Ломбардии приближается к 46°с.ш. На Балканах северная граница рисосеяния проходит через Болгарию, а в Европейской части России рис успешно возделывается на Кубани, в нижнем течении Дона и в дельте Волги. В Азии северная граница ри-

сосеяния проходит через Казахстан, опускается к южным склонам Гималаев, оттуда идет к горам Сычуаня и далее к Хуанхэ. В Северо-Восточном Китае и Приморском крае Российской Федерации рис достигает своего крайнего северного предела у 49°с.ш., а в Японии его ареал доходит лишь до 45° на Хоккайдо. Южная граница ареала проходит в Чили у тропика Козерога и у р.Ла-Плате на 35°ю.ш.; в Африке – на 18°ю.ш. в Анголе и на 26°ю.ш. в Мозамбике; на западе Австралии на 35°ю.ш., а на востоке только на 22°ю.ш. Во влажных нагорьях тропических стран рис успешно произрастает на высоте 1200–1700 м над уровнем моря, в горах северной субтропической зоны, с континентальным жарким летом высотная граница произрастания риса на территории Юго-Западного Китая достигает 2600–2700 м, в Малой Азии, на Малом Кавказе и Тянь-Шане рис не произрастает выше 1000 м.

На территории Российской Федерации рис возделывается в трех физико-географических районах: Северный Кавказ, Нижнее Поволжье, Дальний Восток (табл. 64).

Таблица 64 – Посевная площадь и урожайность риса в Российской Федерации в 2010 г.

Регион	Площадь, тыс. га		Урожайность, ц/га		Доля региона в валовом сборе риса по РФ, %
	рисовых оросительных систем	посевная	бункерная	амбарная	
Республика Адыгея	12,48	4,10	45,6	43,2	1,6
Республика Дагестан	46,10	11,83	31,2	28,0	3,2
Республика Калмыкия	12,99	5,40	34,7	29,7	1,6
Чеченская республика	4,74	0,73	21,6	18,3	0,1
Краснодарский край	234,04	133,13	68,4	62,3	78,2
Приморский край	60,90	23,12	32,4	28,5	6,4
Астраханская область	74,54	7,91	39,2	35,2	2,6
Еврейская автономная область	0,89	0,80	35,5	28,5	0,2
Ростовская область	43,80	14,57	49,0	44,8	6,1
Итого	490,48	201,59	57,9	52,5	100,0

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Рис можно возделывать на самых разнообразных почвах. При определении пригодности почвы для его посева риса необходимо учитывать ее гранулометрический состав и водопроницаемость. Самыми подходящими для этой культуры почвами являются наносные почвы речных долин и приречных низменностей и вообще почвы среднетяжелые, богатые глинистыми и иловатыми частицами с водонепроницаемой подпочвой. Почвы для риса должны обладать: а) небольшой водопроницаемостью, исключающей излишний расход оросительной воды (при наличии водопроницаемой подпочвы оросительную воду удержать невозможно и поэтому такие участки не пригодны для использования под рис), б) большой поглотительной способностью, в) плодородием.

Лучшими для размещения посевов риса являются почвы, которые сформировались при участии гидрофитной растительности и богатых органическим веществом: луговые, лугово-болотные, перегнойно-глеевые, различные слитые почвы. Рис хорошо растет на слитых черноземах суббореального пояса, смольницах и тырсах субтропиков, регурах и черных слитых почвах тропиков. Совершенно не пригодны под эту культуру солончаки, песчаные и каменистые почвы. На таких почвах рис не растет, или требует огромных расходов оросительной воды при общей их бедности питательными веществами. Непригодны для него легкие почвы, так как они обладают провальной водопроницаемостью. Однако если легкие почвы подстилают маловодопроницаемые глины, то их можно использовать под рис при оптимизации режима питания. В таких условиях культивируют рис на Кубе, на приморских террасах с супесчаными латеритными почвами, на аллювиально-делювиальных тяжелых глинах.

Немаловажное значение для риса имеет реакция почвенного раствора. Рисовое растение более чувствительно к отклонению в сторону щелочности, чем кислотности почвы, т. к. при затоплении активная кислотность почвы падает. При полной обеспеченности питательными элементами оптимальная для риса кислотность почвы колеблется в пределах рН 6,5–8,7 (табл. 65; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 65 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для риса

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	0,5–1,5	1,5–4,0	4,0–8,0
рН водной суспензии	3,5–6,5	6,5–8,7	8,7–9,0
Плотность, г/см ³	1,30–1,40	1,40–1,50	1,50–1,65
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	45–55	55–65	65–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	3–8	8–15
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	0,1–0,9	0,9–1,5
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–15

Несмотря на возможность возделывания риса как мелиорирующей культуры на засоленных почвах, следует учитывать, что проростки риса погибают при исходном содержании в них хлористого натрия >0,3 %, а углекислого натрия >0,1 % от сухой массы почвы.

Недопустимо использовать под рис черноземы, не осложненные явлениями слитости. Эти почвы водопроницаемы и при затоплении быстро деградируют. Проблематично длительное использование под рис каштановых и других почв с сульфатным засолением глубоких горизонтов. В результате затопления в нижних слоях почвы создаются анаэробные условия, что приводит к восстановлению сульфатов с образованием ядовитого для растений сероводорода. На почвах сухостепных территорий урожаи риса в первые годы освоения оросительных систем

не стабильны. Со временем урожайность риса резко снижается, что связано с деградацией почв: подъем грунтовых вод, повышение их минерализации, вторичное засоление, осолонцевание и ощелачивание почв, интенсивное оглеение, развитие слитизации. Для предотвращения этих явлений необходимы глубокий дренаж, химическая мелиорация, глубокое рыхление, щелчевание, посевы люцерны, внесение органических и физиологически кислых минеральных удобрений. С другой стороны, многие малоценные засоленные почвы можно окультурить при возделывании на них затопляемого риса в севообороте с многолетними травами.

Основная масса корней риса располагается в поверхностном 0–10 см слое почвы, и поэтому эта культура легко переносит почвы с неблагоприятными свойствами в нижней части почвенного профиля, глубже 40 см, такими как слитость, солонцеватость, латеритность. Вместе с тем рис весьма чувствителен к недостатку питательных веществ в почве. Всасывающая поверхность корней невелика, т. к. имеется мало корневых волосков. Это предопределяет необходимость повышенного уровня эффективного плодородия пахотного слоя почвы, высокое содержание в нем органического вещества и включение в севооборот полей с многолетними травами (Вальков В.Ф., 1986).

Специфические почвенные условия, создающиеся в затопленном рисовом поле, обуславливают многие особенности пищевого режима почв, вызванные тем, что вскоре после затопления из почвы исчезает свободный кислород и начинают развиваться сильно выраженные восстановительные процессы. Это сказывается на условиях питания растений. Практически полностью исчезают из корнеобитаемого слоя почвы такие важные источники минерального питания растений как нитраты и сульфаты. В то же время затопление почвы рисового поля создает благоприятные условия для повышения подвижности и доступности растениям фосфора, калия и целого ряда других макро- и микроэлементов.

На формирование 1 т зерна и соответствующего количества соломы растения риса потребляют 20,8 кг азота, 12,4 – фосфора, 21,5 – калия, 3,3 магния, 2,6 – кальция, 0,4 кг железа, 159,2 г марганца, 39,6 – цинка, 7,8 – меди, 3,8 – бора, 0,8 – молибдена и 0,7 г кобальта. Эти элементы питания рис усваивает на протяжении всего вегетационного периода, хотя их поступление в растения неравномерно (табл. 66).

Таблица 66 – Динамика потребления элементов питания растением риса, % от максимального

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Всходы	3,0	2,2	2,6
Кущение	31,5	15,6	27,5
Выметывание	90,2	94,8	92,6
Созревание зерна: молочная	97,0	98,5	99,2
восковая	99,6	100	100
полная	100	99,3	97,6

В период от прорастания семян до формирования 3–4-х листьев растениями поглощается очень незначительное количество питательных элементов. В это время корневая система еще слабо развита и молодые растения очень требовательны к наличию в почве легкоусвояемых форм питательных веществ. Недостаток их приводит к необратимому нарушению биохимических процессов в растении, что отрицательно отражается на их развитии и формировании урожая. В связи с этим период всходы-начало фазы кущения растений считается для риса критическим периодом по отношению к элементам минерального питания.

С наступлением фазы кущения потребность риса в элементах питания резко возрастает. Максимальное их поступление в растения приходится на период кущения-выметывания. При достижении фазы молочно-восковой спелости зерна поступление элементов питания в растения из почвы практически прекращается.

Для создания оптимальных условий роста и развития растений риса необходимо обеспечить их сбалансированное питание всеми элементами. Это достигается применением макро- и микроудобрений с учетом сортовых особенностей, предшественника, технологии выращивания и почвенно-климатических условий. Окупаемость полного минерального удобрения при оптимальном соотношении N:P:K в благоприятных условиях составляет 12–15 кг зерна на 1 кг питательных веществ, а прибавка на 1 кг азота может достигать 25–30 кг зерна.

Место в севообороте. Рис выносит бессменную культуру, и она часто применяется в старых районах рисосеяния. Но при этом вскоре наступает заболачивание или засоление почвы, понижается жизнедеятельность аэробных микроорганизмов, накапливается сероводород и закисные соединения железа. Все это приводит к сильному засолению почвы, снижению в ней содержания органического вещества и резкому падению урожая. Важнейшее условие высокой урожайности риса – введение и освоение правильных севооборотов. Как показывают практика и передовой опыт, урожай риса при возделывании в севообороте повышается. Рисовые севообороты могут быть пяти-, шести-, семи-, восьми- и даже девятипольными. При любой продолжительности чередования и схеме севооборота включает два звена, связанных посевами риса, травяное и паровое.

Основное назначение травяного звена – обогащение почвы свежим органическим веществом, борьба с болотными сорняками, производство высокобелковых кормов. Лучшими культурами травяного поля считаются многолетние бобовые травы (люцерна, клевер, донник).

Паровое звено служит в первую очередь для проведения мелиоративно-ремонтных работ, выращивания промежуточных культур, а также борьбы с сорно-полевыми формами риса. Лучшими парозанимающими культурами считаются рапс озимый, горох яровой и озимый, чина, вика, соя и их смеси со злаками.

Типичны для рисовых районов следующие севообороты:

Трехпольный	Четырехпольный	Шестипольный	Семипольный	Восьмипольный
1. Занятый пар 2. Рис 3. Рис	1. Занятый пар 2. Рис 3. Рис 4. Рис + озимая пшеница с горохом	1. Многолетние травы 2. Многолетние травы 3. Рис 4. Рис 5. Занятый пар 6. Рис	1. Многолетние травы 2. Многолетние травы 3. Рис 4. Рис 5. Рис + озимая пшеница с горохом 6. Занятый пар 7. Рис	1. Многолетние травы 2. Многолетние травы 3. Рис 4. Рис 5. Рис + озимая пшеница с горохом 6. Занятый пар 7. Рис 8. Рис

Применение удобрений. Для обеспечения сбалансированного питания растений риса в период вегетации необходимы органические и минеральные удобрения.

Азотные удобрения. Из минеральных удобрений, вносимых под рис, ведущая роль в повышении урожайности культуры принадлежит азотным удобрениям. Они обеспечивают 80–90 % прибавки урожая, получаемой от применения удобрений.

Азот из удобрений в течение нескольких часов поступает в растения и включается в состав белков. Эффективное действие азотных удобрений продолжается в течение 10–15 дней, поэтому под рис их применяют дробно. За 2–3 дня перед посевом вносят 25 % от нормы. Этого достаточно для создания в почве доминирования фосфора над азотом, что создает благоприятные условия для питания проростков риса. В результате возникают благоприятные условия для получения дружных всходов. Кроме того, уменьшаются потери азота из-за денитрификации при просушке почвы и выноса со сбросными и фильтрационными водами. Потребность растений риса в азоте резко возрастает при их переходе к кущению, что совпадает с появлением 3–4 листа. Для стимулирования процесса кущения и улучшения условий для закладки конуса нарастания в этот период необходимо внести 50 % от нормы азотных удобрений. Более раннее применение азота неэффективно, т. к. до этого времени хватает основного удобрения. При запаздывании с подкормкой появляется значительное количество непродуктивных побегов. Для формирования продуктивного стеблестоя, повышения озерненности и выполненности зерновок в возрасте 7–9 листьев, т.е. к началу фазы трубкования растений, необходимо внести оставшиеся 25 % от нормы азота. Такая схема внесения азотных удобрений наиболее полно соответствует физиологическим потребностям растений риса, существенно снижает непроизводительные потери азота и загрязнение окружающей среды нитратами и нитритами. Лучшими формами удобрений являются сульфат аммония и карбамид.

Норму азота рассчитывают с учетом планируемой урожайности, нормативного расхода азота на формирование 1 ц зерна и поправочного коэффициента на агрохимические свойства почвы по формуле:

$$O_N = Y_{II} \cdot H \cdot K,$$

где: O_N – норма азота, кг/га;
 Y_{II} – планируемая урожайность, ц/га;
 H – нормативный расход азота на формирование 1 ц зерна (составляет 2,08 кг в условиях Кубани);
 K – поправочный коэффициент на предшественник: пласт многолетних трав – 1,1, оборот пласта многолетних трав – 1,3; пар – 1,2.

Фосфорные удобрения. Фосфор способствует хорошему развитию корневой системы, усиливает использование растением элементов минерального питания из почвы и удобрений, ускоряет закладку репродуктивных органов. При применении фосфорных удобрений под рис необходимо учитывать не только потребность растений в фосфоре и специфику превращений фосфорных соединений в почвах рисовых полей, но и количество внесенного азота. В хорошо аэрированной почве содержание подвижных фосфатов, как правило, невысокое. После затопления, в результате нарастания восстановительных процессов, фосфаты слаборастворимого окисного железа переходят в форму хорошо растворимого закисного железа, и содержание подвижного фосфора в почве значительно возрастает, что повышает обеспеченность риса этим элементом. Разное содержание подвижных фосфатов в почве до и после затопления определяет достаточно высокую эффективность фосфорных удобрений при внесении их до посева риса, и слабую – при применении в виде подкормок в фазы кущения и трубкавания растений, хотя максимальное поглощение фосфора приходится именно в этот период.

Почвы зоны рисосеяния Кубани по содержанию подвижного фосфора разделены на четыре группы (табл. 67). На почвах с низкой и средней обеспеченностью подвижным фосфором отзывчивость риса на фосфорные удобрения высокая, с повышенной – слабая.

Таблица 67 – Группировка почв зоны рисосеяния Кубани по содержанию подвижных форм фосфора, мг/кг почвы

Обеспеченность	Содержание фосфора в почве при определении по:				Поправочный коэффициент к нормам удобрений для учета агрохимических свойств почвы
	Труогу	Чирикову	Мачигину	Аррениусу	
Низкая	<40	<25	<15	<75	1,50
Средняя	40–80	25–50	15–30	75–150	1,00
Повышенная	81–120	51–75	31–45	151–175	0,50
Высокая	>120	>75	>45	>175	0,00

Норму фосфорных удобрений рассчитывают по формуле:

$$O_P = 2/3 \cdot D_N \cdot K,$$

где: O_P – норма фосфора, кг/га;

D_N – норма азота, кг/га;

K – поправочный коэффициент, отражающий содержание подвижного фосфора в почве (приведен в табл. 67).

Фосфорные удобрения под рис целесообразно вносить за один прием до посева сплошным способом или локально вместе с семенами, в последнем случае рекомендуется дозу фосфора уменьшить на 50 %.

Калийные удобрения. Калий является третьим по значимости элементом питания риса, содержание которого в почве необходимо регулировать путем внесения калийных удобрений. Калий поступает в растения непрерывно в течение всего периода вегетации. Он способствует активному поглощению кислорода молодыми растениями, участвует в формировании конуса нарастания, а следовательно, повышает озерненность метелки. Калий, внесенный в подкормку перед цветением, способствует перераспределению питательных веществ в органах растений и их интенсивному оттоку в метелку, что и определяет его влияние на массу зерновок риса. Норма калийных удобрений под рис зависит от содержания в почве обменного калия и обеспеченности растений азотом.

Почвы зоны рисосеяния Кубани по содержанию обменного калия разделены на четыре группы: с низкой, средней, повышенной и высокой обеспеченностью (табл. 68).

Таблица 68 – Группировка почв зоны рисосеяния Кубани по содержанию обменного калия, мг/кг почвы

Обеспеченность	Содержание калия в почве при определении по:			Поправочный коэффициент к нормам удобрений для учета агрохимических свойств почвы
	Чирикову	Масловой	Мачигину	
Низкая	<100	<150	<300	1,50
Средняя	100–150	150–250	300–500	1,00
Повышенная	151–200	251–300	501–600	0,75
Высокая	>200	>300	>600	0,00

На почвах с низким и средним содержанием обменного калия отзывчивость риса на внесение калийных удобрений высокая, с повышенным – слабая.

Норму калийного удобрения рассчитывают по формуле:

$$O_K = 1/2 D_N \cdot K,$$

где: O_K – норма калия, кг/га;

D_N – норма азота, кг/га;

K – поправочный коэффициент, отражающий содержание обменного калия в почве (приведен в табл. 68).

Калийные удобрения дают наибольший эффект при внесении их в два срока: одну половину нормы до посева, а вторую – в виде подкормки в фазу трубкования.

Примерная система удобрения риса в восьмипольном рисовом севообороте представлена в таблице 69.

Таблица 69 – Примерная система удобрения в восьмипольном рисовом севообороте

Культура	Основное удобрение	Подкормка	Всего
На лугово-черноземных, луговых и аллювиально-луговых почвах			
Люцерна	N ₄₀ P ₉₀ K ₄₀	–	N ₄₀ P ₉₀ K ₄₀
Люцерна	–	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀
Рис	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₃₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀
Рис	N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₃₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀
Рис	N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₉₀	N ₅₀	N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₉₀
Занятый пар	N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₃₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₆₀
Рис	N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₉₀	N ₅₀	N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₉₀
Рис	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₆₀	N ₆₀ K ₃₀	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₉₀
На лугово-болотных почвах			
Люцерна	N ₄₅ P ₆₀	–	N ₄₅ P ₆₀
Люцерна	–	N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀
Рис	N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₃₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₆₀
Рис	N ₁₀₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₅₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₆₀
Рис	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₆₀ K ₃₀	N ₁₈₀ P ₉₀ K ₉₀
Занятый пар	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀
Рис	N ₁₀₀ P ₁₂₀	N ₅₀	N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₉₀
Рис	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₆₀	N ₆₀ K ₃₀	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₉₀

Микроудобрения. Микроэлементы способствуют более эффективному использованию рисом минеральных удобрений, повышению устойчивости растений риса к вредителям и болезням, засолению почвы и пониженным температурам воздуха.

В настоящее время разработаны три способа внесения микроудобрений: непосредственно в почву, предпосевная обработка семян, некорневая подкормка растений.

Внесение микроудобрений в почву наиболее целесообразно при низкой обеспеченности ее подвижными формами микроэлементов (табл. 70).

При этом бор, кобальт и молибден вносятся в дозах 2 кг/га, медь – 3, марганец и цинк 4 кг/га. На среднеобеспеченных микроэлементами почвах эти дозы уменьшаются на 50 %. Обязательным условием достижения высокой эффективности микроудобрений в рисоводстве является высокий агрофон. Микроудобрения вносятся в почву перед посевом риса одновременно с другими минеральными удобрениями. Так как в микроудобрениях действующего вещества содержится меньше 100 %, расчет количества внесения их на 1 га следует вести по формуле:

$$Д = \frac{А \cdot 100}{В},$$

где: А – доза действующего вещества, кг/га;
 В – действующее вещество в микроудобрении, %;
 Д – доза микроудобрения, кг /га.

Таблица 70 – Группировка рисовых почв по содержанию подвижных форм микроэлементов

Обеспеченность	Содержание микроэлементов, мг/кг									
	В	Мо	Mn		Cu		Zn		Co	
	водная вытяжка	оксидная вытяжка	1	2	1	2	1	2	1	2
Низкая	<0,5	<0,15	<20	<35	<0,3	<4,5	<3	<1	<0,1	<0,5
Средняя	0,5–1,0	0,15–0,25	20–30	35–75	0,3–0,6	4,5–6,5	3–6	1–2	0,15–0,30	0,5–1,5
Высокая	>1,0	>0,25	>30	>75	>0,6	>6,5	>6	>0	>0,3	>1,5

1 – ацетатно-аммонийный буфер pH 4,8
 2 – по Пейве-Ринькису

Если для предпосевного внесения в почву используются чистые соли микроэлементов, их непосредственно перед применением необходимо тщательно перемешать с калийно-фосфорными туками для равномерного распределения по площади посева или вносить отдельно в виде водного раствора наземной техникой. Все районированные на Кубани сорта риса по разным предшественникам хорошо отзываются на внесение микроудобрений в почву. Прибавка урожайности зерна от внесения микроудобрений в почву колеблется в пределах 2–4 ц/га.

Наиболее эффективным способом применения микроудобрений под рис является обработка семян. Ее рекомендуется проводить при пониженном содержании микроэлементов в посевном материале: бора меньше 2,6 мг/кг, кобальта – 0,3, молибдена – 0,5, цинка – 28,0, марганца – 42,0, меди – 5,6 мг/кг (табл. 71; Шеуджен А.Х., 2005).

Таблица 71 – Обеспеченность семян риса микроэлементами и ожидаемая эффективность от применения микроудобрений

Обеспеченность семян	Содержание микроэлемента, мг/кг						Ожидаемая эффективность
	Cu	Mo	B	Mn	Co	Zn	
Низкая	<3,3	<0,3	<1,9	<26	<0,2	<19	Высокая
Средняя	3,3–5,6	0,3–0,5	1,9–2,6	26–42	0,2–0,3	19–28	Средняя
Высокая	>5,6	>0,5	>2,6	>42	>0,3	>28	Низкая

Обработку посевного материала следует проводить одним, наиболее дефицитным в семенах микроэлементом, что эффективнее смеси микроэлементов, использование которой оправдано лишь при низком обеспечении семян одновременно несколькими микроэлементами.

Содержание микроэлементов в семенах достаточно тесно коррелирует с их силой роста, в частности с количеством и массой проростков. Нами (Шеуджен А.Х., 2004) введен дополнительный показатель, объединяющий эти важнейшие составляющие силы роста – бонитет прорастания семян (БПС). Результаты исследования приведены в таблице 72.

Таблица 72 – Урожайность риса при предпосевной обработке семян микроэлементами

Микроэлемент	БПС	Урожайность, ц/га	БПС	Урожайность, ц/га	БПС	Урожайность, ц/га
	сорт Рапан		сорт Регул		сорт Лиман	
Контроль	186	68,5	150	62,1	169	64,1
B	200	72,1	163	64,2	174	65,2
Co	226	74,5	212	67,4	187	66,3
Mn	217	72,7	176	65,8	188	66,9
Cu	241	76,6	196	66,2	204	69,3
Mo	238	74,7	220	69,5	213	70,6
Zn	223	73,9	206	66,9	225	72,4

Установлена высокая корреляционная зависимость между бонитетом прорастания семян и урожайностью зерна риса, во все годы проведения полевых экспериментов. Это дает нам основание широко рекомендовать определение БПС для установления наиболее дефицитного в семенах микроэлемента с целью их обогащения перед посевом.

Обработку семян риса проводят 0,5 % водным раствором бора, кобальта, молибдена, меди и 1,0 % – марганца, цинка полусухим способом – 10 л водного раствора микроэлементов на 1 т посевного материала. Количество микроудобрений необходимое на одну заправку протравителя, рассчитывается по следующей формуле:

$$Д = \frac{К - 1000}{П} \cdot Б,$$

где: К – рекомендуемая концентрация раствора, %,
 П – содержание действующего вещества в микроудобрении,
 Б – емкость резервуара для рабочей жидкости (для ПСШ-3 она составляет 31 л, «мобитокс»–190 л, ПС-10 – 250л).

Для обработки семян расчетную дозу микроэлемента, растворенную в небольшом объеме воды, вливают в резервуар протравителя, из которого подается рабочая жидкость в смесительную камеру, и доводят водой до заданного объема. В течение 2–3 мин компоненты перемешиваются и затем приступают к обработке семян. Все водорастворимые формы микроудобрений обеспечивают примерно одинаковую прибавку урожая и пригодны для обработки семян независимо от сорта риса. Экономически наиболее оправдано проведение обработки семян микроэлементами в единой технологии с протравливанием их ядохимикатами, что не снижает полезного действия микроэлементов и токсичности ядохимиката. Семена ри-

са, обработанные микроэлементами, можно хранить в течение двух месяцев, если их влажность не превышает нормы, допустимой для посевного материала, при этом эффект от данного агроприема не снижается. При посеве свежеработанными семенами возможен их недосев из-за снижения сыпучести, поэтому специалистам необходимо следить за нормой высева при посеве риса такими семенами. Предпосевная обработка семян риса способствует повышению полевой всхожести семян риса на 3–5 %, снижает пустозерность материала на 2–3 % и увеличивает урожайность зерна на 3–6 ц/га.

Высокоэффективным приемом внесения микроудобрений под рис является также и некорневая подкормка вегетирующих растений. В данном случае микроэлемент наносится непосредственно на фотосинтетический аппарат растения, где происходит его усвоение. Микроэлементы воспринимаются через листья, стимулируют обмен веществ в растениях, тем самым оказывая положительное влияние на потребление и усвоение рисом питательных веществ из почвы, что приводит к повышению эффективности использования минеральных и органических удобрений, росту урожая зерна и улучшению его качества. Проведению некорневой подкормки посевов риса микроудобрениями должна предшествовать растительная диагностика. Некорневую подкормку проводят в фазе кущения растений при содержании в листостебельной массе бора меньше 3,48 мг/кг, кобальта – 1,10, молибдена – 0,66, цинка – 36,0, марганца – 270,0, меди меньше 8,1 мг/кг сухой массы (табл. 73).

Таблица 73 – Оптимальные уровни содержания микроэлементов в растениях риса

Микроэлемент	Кущение	Выметывание	Ожидаемое содержание микроэлемента в зерне, мг/кг
	мг/кг сухой надземной массы		
B	3,48–3,70	3,05–3,62	2,48–2,68
Co	1,10–1,50	0,52–0,50	0,32–0,30
Mo	0,66–0,74	0,56–0,62	0,44–0,46
Zn	36,2–44,1	34,4–37,5	25,6–26,7
Mn	270,2–284,3	222,4–254,0	40,0–41,3
Cu	8,10–8,90	7,10–8,20	5,30–5,80

Для некорневой подкормки растений используют 0,1 % водные растворы микроэлементов из расчета 400 л/га при использовании наземной аппаратуры. Лучшее время для проведения некорневой подкормки утренние и вечерние часы. В пасмурную и прохладную погоду можно работать в течение всего дня. Некорневую подкормку посевов риса целесообразно проводить при пониженном слое воды в чеках – 5–7 см. При возможности следует совмещать этот агроприем с обработкой посева риса пестицидами и регуляторами роста растений, смешивая рабочий раствор пестицидов или регуляторов роста с раствором микроэлементов непосредственно перед началом работы. Для некорневой под-

кормки посевов риса пригодны как комплексонаты, так и водорастворимые соли микроэлементов, но эффективность последних несколько ниже. Некорневая подкормка посевов риса микроудобрениями положительно влияет на озерненность метелки и выполненность зерновок, повышает качество зерна, увеличивает урожайность риса на 3–5 ц/га.

Органические удобрения. Органическое вещество является одним из наиболее важных и характерных компонентов почвы и значение его для почвообразования и плодородия исключительно огромно и многообразно. При минерализации органического вещества высвобождаются все необходимые растениям элементы питания. Поэтому большое значение имеет систематическое пополнение почв рисовых полей органическим веществом за счет пожнивных и корневых остатков культур севооборота и внесения органических удобрений. Они повышают биологическую активность почвы, способствуют мобилизации доступных растениям риса форм питательных веществ, улучшают агрегатный состав и водно-физические свойства почвы, создают благоприятные окислительно-восстановительные условия в почвенной среде. Свежее органическое вещество, заделываемое в почву рисового поля, является источником энергии для жизнедеятельности полезной микрофлоры, материалом для образования гумусовых веществ и способствует улучшению физических и физико-химических процессов в почве.

Растения риса в 0–20 см слое почвы накапливают растительных остатков более 1,2 т/га. Наибольшее их количество на удобренном фоне остается при выращивании по пласту и обороту пласта люцерны, а наименьшее – в бессменном посеве. Внесение минеральных удобрений вызывает увеличение надземной массы растений риса и их корневой системы на 12–16 %. В среднем двухлетняя люцерна оставляет до 13,8 т/га воздушно-сухой растительной массы, в том числе 11,7 т/га в слое 0–20 см. Из парозанимающих культур больше растительных остатков оставляет озимая рожь и ее смеси с горохом зимующим – 9,4–10,6 т/га воздушно-сухой массы. По количеству оставленного в почве свежего органического вещества промежуточные культуры распределяются по следующему убывающему ряду: а) при летнем посеве: горчица – рапс – овес – вика – горох зимующий; – рапс + горох, – рапс + вика, – горчица + вика, – горчица + горох, – овес + вика, – овес + горох; б) при летнем посеве в занятом пару: рапс + рожь, – горох зимующий; – рожь + горох, – рожь + рапс; в) при осеннем посеве после уборки риса: рожь – рапс – горох зимующий; рожь + горох, – рожь + рапс (Уджуху А.Ч., Шащенко В.Ф.. 2008).

Пополнение почвы органическим веществом также зависит от соотношения и совокупного действия культур в рисовом севообороте. В шестипольном рисовом севообороте с многолетними травами за ротацию в почву поступает 37,4 т/га сухой растительной массы или 6,2 т/га органического вещества в год, содержащего 89 кг азота. Несколько меньше органических остатков и азота накапливается в пятипольном севообороте без промежуточных культур. Наименьшее среднегодовое количество органического вещества и заключенного в нем азота (4,8 т/га и 42,6 кг/га) поступает в почву на удобренном бессменном посеве риса.

Для сохранения плодородия почвы необходимо ежегодное пополнение ее свежими органическими остатками в количестве 10–12 т/га, независимо от уровня минерального питания. Это достигается насыщением рисовых севооборотов промежуточными и сидеральными культурами. Количество растительных остатков можно увеличить путем выращивания промежуточных культур в то время, когда поля не заняты основными культурами. Это сидеральные посевы озимых культур самолетом в созревающий рис или их прямой посев после его уборки, а также введение в севооборот вместо люцерны занятого пара, в том числе и двухлетнего. Но в этом случае только в одном поле надземная масса промежуточных культур может использоваться в качестве корма, а в другом – в качестве зеленого удобрения.

Возделывание в таких севооборотах промежуточных культур, в основном на сидеральные цели, позволяет накопить достаточное количество свежего органического вещества, которое обеспечит сохранение почвенного плодородия без снижения урожайности риса. Выращивание промежуточных культур в то время, когда поля не заняты рисом, возможно после его уборки или в паровом поле. В занятом пару их можно возделывать в летнем и осеннем поукосном или пожнивном посевах, а в рисовом поле только при осеннем посеве в неубранный рис или пожнивном после его уборки.

После озимой пшеницы для летних посевов в занятом пару пригодны горох, вика, горчица, рапс в чистом виде или в смеси с овсом. Продолжительность теплого периода для вегетации этих культур около трех месяцев, что достаточно для получения укосной спелости. Вегетация растений, посеянных в занятом пару пожнивно в конце июля начале августа, проходит при уменьшающемся дне и коротковолновой радиации, что задерживает развитие культур длинного дня (овса, гороха, вики, рапса) и препятствует нарастанию зеленой массы. Но для целей сидерации этой массы вполне достаточно.

На удобренном фоне при посеве после занятого пара продуктивность риса в случае использования надземной массы промежуточных культур на кормовые цели, а также и запашке всего урожая в качестве зеленого удобрения, существенно не различаются.

Лучшими промежуточными культурами для осеннего посева в занятом пару являются озимая пшеница, рожь и озимый рапс. Весной эти культуры быстро формируют надземную массу, и к концу апреля она достигает 15–17 т/га. Промежуточные культуры формируют значительное количество корней. Озимая рожь при урожайности зеленой массы 20 т/га оставляет в слое 0–20 см до 3,2 т/га сухих корней, а озимый горох и рапс соответственно 0,8 и 1,0 т/га. При запашке всего урожая промежуточных культур на зеленое удобрение озимая рожь увеличивает количество сухого органического вещества в почве до 8,7 т/га, рапса – 5,1 и зимующего гороха до 3,0 т/га.

Ценность растительной массы промежуточных культур как органического удобрения определяется также сравнительно высоким содержанием в ней элементов питания. Так, по данным А.Ч. Уджуху и В.Ф. Шащенко (2003) при запашке 32,2 т/га зеленой массы смеси ози-

мой ржи и гороха зимующего в почву поступает 5,41 т/га сухого вещества содержащего 116,8 кг азота, 35,4 фосфора и 240,3 кг калия, что равноценно 30 т навоза (цит. по: Титков А.А., Кольцов А.В., 2007).

Выращивание многолетних трав, промежуточных и сидеральных культур не заменяет внесение навоза. Под рис его вносят в полупрепревшем или перепревшем виде весной под перепашку. При возделывании риса в севообороте норма внесения навоза составляет 20–40 т/га. На песчаных, малопродуктивных почвах, а также на срезках норму внесения навоза повышают до 60–80 т/га. Глубина заделки навоза – 10–15 см. Размер комков вносимого навоза не должен превышать 60 мм, а содержание крупных фракций – не более 30 % от нормы внесения.

В навозе в среднем содержится 0,5 % азота, 0,25 % фосфора и 0,6 % калия. В небольшом количестве питательные вещества в нем находятся в легкоусвояемой форме, большей же частью они становятся доступными после его разложения. В первый год растения усваивают 20–30 % аммонийного азота, 50–55 % фосфора и 60–70 % калия от общего их содержания в навозе. Помимо макро- и мезоэлементов, в навозе имеются микроэлементы, количество которых колеблется в очень широких пределах в зависимости от содержания их в почве, на которой выращены кормовые культуры. Кроме того, под влиянием органического вещества усиливаются микробиологические процессы в почве, в результате повышается растворимость, а, следовательно, и доступность растениям элементов минерального питания. Внесение навоза способствует улучшению водно-физических свойств почвы: снижается объемная масса, повышается влагоемкость, увеличивается степень насыщенности основаниями.

Важный источник пополнения почвы органикой – внесение рисовой соломы. Ее широко используют в отечественной и зарубежной земледельческой практике. Солома примерно на 85 % состоит из органического вещества, причем, очень ценного для повышения плодородия почвы. Целлюлоза, пентозаны, гемицеллюлоза и лигнин (до 80 %) являются углеродистым энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов. Это основной строительный материал для синтеза гумуса почвы. В соломе также имеется 1–5 % протеина, 0,7–2,0 % декстрина и всего лишь 3–7 % золы.

В состав органических веществ соломы входят все необходимые растениям питательные вещества, которые под воздействием микроорганизмов почвы минерализуются в легкодоступные формы. Химический состав соломы довольно широко изменяется в зависимости от почвенных и погодных условий. При урожае зерна 50 ц/га на поле остается примерно 5 т/га соломы. Рисовая солома содержит 0,7 % азота, 0,2 % фосфора, 1,8 % калия, 50 % углерода, 2 мг/кг бора, 0,3 – кобальта, 0,4 – молибдена, 200 – марганца, 20 – цинка, 3 мг/кг меди. При заделке 5 т/га измельченной соломы осенью запасы азота в почве повышаются на 20–25 кг, фосфора – на 4–7, калия – на 60–90 кг. О качестве соломы, как органического удобрения, судят по отношению в ней углерода к азоту: чем оно меньше, тем ценнее органическое удобрение.

Ценными органическими удобрениями являются гидролизный лигнин и отходы производства кормовых дрожжей. Эффективность использо-

вания лигнина и продуктов его модификации в рисоводстве во многом определяется их адсорбционными свойствами, которые создают условия для удержания питательных веществ и их постепенного выделения в почвенный раствор. Лигнин имеет кислую реакцию, а влажность его достигает 63–75 %. Сухая масса представлена более чем на 90 % органическими веществами. Гидролизный лигнин богат органическим веществом, имеет благоприятные водно-физические свойства, но содержит мало элементов минерального питания для растений. От общего содержания 18–28 % органических веществ являются ближайшими прототипами гуминовых и фульвокислот. Среди зольных элементов большое количество серы (1,1 %) и кальция (0,7 %). Причем, около 30 % их общего количества находится в водорастворимой форме. Фосфора и калия содержится в среднем 0,06 и 0,09 % от сухого вещества. Содержание азота невысокое – 0,34–0,39 % сухого вещества, и только 14 % от общего количества составляет легкогидролизуемая фракция. Отношение C:N очень широкое (75–117). Лигнин химически поглощает нитраты из почвенного раствора, причем, воспрепятствовать этому можно путем нейтрализации его кислотности. Аммонийный азот он поглощает слабо, следовательно, более эффективен на почвах с высокой аммонифицирующей способностью, и его целесообразно применять в сочетании с азотными удобрениями.

Внесение под рис лигнина в чистом виде не рекомендуется из-за низкого содержания в нем питательных элементов и высокой кислотности. В то же время на основе гидролизного лигнина получают целый ряд биологически активных веществ и удобрений. Кроме этого, его используют для приготовления различного рода компостов, структурообразователей и мелиорантов.

3.2.4. Сорго

Сорго (*Sorghum Moench.*) – род травянистых растений семейства злаков (Poaceae). Насчитывает около 50 культурных и диких видов. Виды: сорго обыкновенное (*S. vulgare Pers.*); джугара (*S. sernuum Host.*); гаолян (*S. janonicum Roshe V.*); сорго кафорское (*S. caffrorum Beunv.*) и дурра (*S. durra Stat.*), возделываемые для получения зерна, составляют группу зернового сорго. К группе сахарного сорго относится вид сорго сахарное (*S. saccharatum L.*); веничного – сорго веничное, или метельчатое (*S. technicum Roshe V.*); травянистого сорго – суданская трава (*S. Sudanese Stapf.*).

Распространение. Родина сорго – Экваториальная Африка; вторичными центрами происхождения – считают Индию и Китай. В Индии сорго выращивают с III-го тыс. до н.э., в Китае и Египте – со II-го тыс. до н.э. В Европу культура завезена в XV в. н.э., в Америку – в XVII в. Сорго обладает большой экологической пластичностью, легко приспосабливается к различным почвенно-климатическим условиям произрастания. Именно поэтому оно имеет широкий ареал – от тропических, пустынных и полупустынных климатических зон до умеренных и влажных широт. Как пищевое растение сорго занимает третье

место в мире после пшеницы и риса. В мире посевы этой культуры занимают 45,6 млн. га, которые в основном сосредоточены в Китае, Вьетнаме, Пакистане, Судане, Нигерии, Эфиопии, Танзании, Сомали, США, Бразилии, России, Мексике, Венесуэле, Колумбии, Гаити и Австралии. В Российской Федерации посевы сорго размещены в четырех агроклиматических зонах: крайне засушливой (наиболее засушливые районы Сальской степи, Черные земли, Кизлярские пастбища, Калмыцкие степи); засушливой (Ростовская область, Ставропольский край, Республика Ингушетия, Республика Дагестан, Чеченская республика, некоторые районы Краснодарского края и Республики Северная Осетия–Алания, Волгоградской, Астраханской, Оренбургской областей); в предгорных районах Северного Кавказа, а также на орошаемых засоленных землях Прикаспийской низменности.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Почвы родины сорго саванные (красно-бурые и красно-коричневые латеритизованные) малогумусны и не отличаются высоким плодородием. Их большая ожелезненность из-за ферралитизованности и латеритизованности создает эффект псевдопеска, легкости гранулометрического состава. Поэтому сорго растет на супесчаных, легкосуглинистых и суглинистых почвах. Сорго не требует высокого содержания в почве органического вещества. Однако это не значит, что структурные хорошо гумусированные почвы, глинистые и тяжелосуглинистые – неблагоприятны для его выращивания.

Большую роль в экологическом приспособлении растений сорго к почвам играет очень мощная мочковатая сильно разветвленная корневая система, проникающая вглубь до 2,5 м. Масса корней у сорго больше, чем у других однолетних растений, и намного превышает биомассу надземных органов. Это позволяет считать сорго культурой, которая облагораживает почвы, повышает их гумусированность и плодородие.

Сорго устойчиво к засоленности и солонцеватости почв. Обладает большой пластичностью к реакции почвенного раствора (табл. 74; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 74 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для сорго

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–3	3–6	–
pH водной суспензии	5,5–6,5	6,5–8,5	8,5–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–30	30–45	45–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	3–5	5–10
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	0,1–0,2	0,2–0,4
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–10

Из зональных почв в суббореальном поясе для сорго благоприятны все черноземы южно-европейской фации, южные черноземы, каштановые, бурые полупустынные почвы. В субтропическом поясе для его возделывания пригодны коричневые, серо-коричневые почвы и сероземы. Таким образом, эту культуру возможно возделывать почти на всех почвах, кроме заболоченных и холодных, с близким стоянием грунтовых вод.

Зерно сорго отличается высоким содержанием макро- и микроэлементов в сравнении с кукурузой и ячменем (табл. 75; Шепель Н.А., 1989).

Таблица 75 –Содержание макро- и микроэлементов в зерне сорго, кукурузы и ячменя

Культура	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Cu	I	Mn	Mo	Zn
	%				мг/кг				
Сорго	0,117	0,297	1,072	0,126	2,960	0,080	28,40	0,600	2,6
Кукуруза	0,078	0,300	0,279	0,094	0,187	0,014	1,07	0,091	19,5
Ячмень	0,161	0,396	0,607	0,103	3,423	0,220	22,25	0,410	21,4

Потребность растений сорго в азоте, фосфоре и калии определяется целями его возделывания и влагообеспеченностью. В наибольшем количестве оно поглощает азот. Период максимального потребления этого элемента растениями наступает на 20-35 день после появления всходов. Интенсивное поглощение азота продолжается до начала цветения растений. При азотном голодании в молодом возрасте у растений сорго отмечается отставание в росте, слабое развитие ассимиляционной поверхности и сокращение жизнедеятельности листьев. А при чрезмерном азотном питании в начале вегетации растения формируют большую ассимиляционную поверхность и при наступлении засушливой погоды сильно страдают от недостатка влаги. Избыточное азотное питание в конце вегетации (за исключением растений сорго, возделываемых на кормовые цели) растений также недопустимо, так как приводит к уменьшению озерненности метелки и увеличению продолжительности вегетационного периода.

Интенсивное поглощение корнями сорго фосфора наблюдается с первых дней роста и развития растений. К фазе выметывания ими поглощается около 50 % от общего количества этого элемента. При недостатке фосфора и на высоком азотном фоне у растений сорго чрезмерно развивается вегетативная масса, затягивается период вегетации и запаздывает созревание, что крайне не желательно. Калий усваивается растениями более равномерно в течение всего периода вегетации. На образование единицы урожая зерна растение сорго расходует 75 % азота, 60 % фосфора и 90 % калия от того количества, которое потребляет кукуруза.

Место в севообороте. В системе агроприемов выращивания сорго подбор предшественников имеет весьма важное значение, ибо ими определяются запас воды в почве, степень ее плодородия, рост и развитие растений, а также продуктивность культуры и качество получаемых кормов.

Одним из лимитирующих факторов и биологической особенностью растений сорго является замедленный рост в начале вегетации, что часто является причиной гибели всходов, которые при несоблюдении надлежащей технологии заглушаются сорняками. Особенно медленно растут растения сорго в возрасте 2-3 листьев (табл. 76; Ионова Е.В., Алабушев А.В., 2009).

Таблица 76 – Суточный прирост растений сорго, см/сутки

Фаза вегетации	Зерновое сорго	Сахарное сорго	Венечное сорго	Суданская трава
2 листа	0,1	0,1	0,1	0,1
3 листа	0,3	0,4	0,7	6,6
Кущение	1,3	1,7	1,7	2,0
Выход в трубку	2,0	1,9	3,3	3,0
До выметывания метелок	2,1	5,0	5,2	5,4
Выметывание	2,4	5,1	4,3	4,6
Выметывание до полной спелости	0,2	0,3	0,2	0,3

Важной биологической особенностью семян сорго является их способность более энергично, по сравнению с другими культурами, прорасти в полусухой почве с повышенной концентрацией почвенного раствора. Для их прорастания требуется 40 % воды от собственной массы, тогда как для растения кукурузы необходимо – 44, ячменя – 50, пшеницы – 55, овса – 65, ржи – 85 и гороха – 96 %. Установлено также, что на образование единицы сухого вещества сорго расходует 300, суданская трава – 340, кукуруза – 338, пшеница – 515, ячмень – 534, горох – 730, подсолнечник – 895 частей воды. Поэтому сорго называют «верблюдом растительного мира».

Сорго относительно легко мирится с монокультурой. Это объясняется наличием мощной и глубоко проникающей в почву корневой системы, способностью использовать влагу и пищу не только верхних, но и нижних горизонтов. Остаточный запас влаги, по данным Г.М. Шекуна (1964), после сорго больше, чем после гороха, вики и других растений.

В отличие от других кормовых культур сорго легче переносит засоление почв. Если кукуруза выносит засоление 0,4 % растворимых солей, то сорго – 0,6-0,8 %, то есть в 1,5-2 раза больше. Вынося из почвы с урожаем Na, Cl и Mg, в избытке находящиеся в засоленных почвах, сорго тем самым проявляет фитомелиоративные свойства, способствуя их рассолению.

Ценность культуры как предшественника в значительной мере характеризуется способностью использовать и оставлять после себя в почве определенное количество питательных веществ. Наиболее значительное содержание в почве азота, фосфора и калия к периоду сева сорго остается после гороха (соответственно 14,2, 123,5 и 111,5 мг на 1 кг абсолютно сухой почвы) и озимой пшеницы (14,8, 127,9 и 96,9 мг). После остальных предшественников различия в содержании их незначительны.

Различия в запасах воды, питательных веществах, особенностях роста и развития определили и продуктивность культуры (табл. 77; Олексенко Ю.Ф., 1986).

Таблица 77 – Продуктивность сорго в зависимости от предшественника, ц/га

Предшественник	Зерно	Зеленая масса в восковой спелости зерна	Абсолютно сухое вещество	Зерна в урожае зеленой массы
Пшеница озимая	28,9	236,2	71,93	25,2
Ячмень	28,8	241,4	73,51	25,7
Горох	29,5	254,0	77,18	30,1
Кукуруза	26,2	227,7	70,80	22,8
Суданская трава	25,4	211,4	61,50	20,8
Свекла кормовая	24,9	222,6	67,71	23,4
Подсолнечник	25,5	228,9	71,80	25,2

Наиболее высокие урожаи зерна сорго получают после гороха, ячменя и озимой пшеницы, значительно меньше после подсолнечника, суданской травы, свеклы кормовой. Основное требование при выборе участка под сорго – чистое от сорняков, в первую очередь от мышея, не зараженное проволочником и совками поле.

Место в севообороте определяется, прежде всего, целями выращивания сорго. Размещают его как в полевых, так и в кормовых севооборотах. Для получения сорго, идущего на силосование и приготовление травяной муки, а также сорта и гибриды зернового направления размещают, как правило, в пропашном клине полевых севооборотов. Сорго на зеленый корм и выпас высевают в прифермских севооборотах, вблизи животноводческих ферм, что сокращает затраты на транспортировку зеленой массы к силосным сооружениям и к местам содержания животных.

Лучшими предшественниками для сорго являются озимые культуры, зернобобовые, яровые колосовые и кукуруза. Не рекомендуется размещать сорго после подсолнечника и суданской травы, так как они оставляют много падалицы и почва после них в большей степени иссушается и истощается.

В засушливых зонах нашей страны сорго целесообразно размещать по озимой пшенице и кукурузе на силос. После них поле остается чистым от сорняков и имеет достаточный запас влаги весной перед посевом.

На плодородных, хорошо окультуренных полях и при внесении удобрений сорго можно возделывать повторно в течение 2–3 лет, но только при широкорядном посеве. Чем выше плодородие почвы и культура земледелия, тем продолжительнее может быть выращивание сорго на одном поле как на зерно, так и на силос. Однако возделывать повторные посевы дольше 3-х лет не следует в целях предотвращения засорения полей мышеем сизым.

Удобрение. Внесение удобрений улучшает питание, рост и развитие растений и в конечном итоге способствует получению более вы-

соких урожаев. Повышенные требования предъявляет растение сорго к азотному и фосфорному питанию. Калийные удобрения более эффективны при совместном внесении с азотными и фосфорными.

Удобрения не только повышают урожай сорго, но и влияют положительно на его качество. Так, фосфорные удобрения способствуют ускорению созревания и снижают содержание синильной кислоты в растениях, калийные – придают растениям устойчивость к полеганию и ускоряют созревание, азотные, наоборот, вызывают чрезмерный рост вегетативных органов в ущерб урожаю, замедляют созревание и повышают в молодых растениях содержание глюкозидов. Поэтому при выборе доз и соотношений удобрений должны обязательно учитываться такие факторы, как цель и особенности возделывания, содержание элементов питания в почве, биологические особенности сорта или гибрида.

На образование 1 ц зерна сорго расходует азота 1,7–4,0; фосфора 0,35–0,95 и калия 1,8–2,7 кг (Котляров Н.С., 1999).

Система удобрений сорго включает основное и припосевное внесение. Ориентировочные нормы: $N_{30-60}P_{40-60}K_{25-60}$, навоза 15–30 т/га. Навоз вносят под основную обработку почвы. Фосфорные и калийные удобрения, как правило, применяют под зяблевую вспашку или весной под одну из ранних обработок почвы, азотные – весной под предпосевную культивацию и при подкормке. Гранулированный суперфосфат в дозе P_{20} целесообразно вносить в рядки при посеве. Для определения дозы удобрений следует учитывать содержание элементов питания в почве. С этой целью проводят почвенную диагностику, что значительно повышает экономический эффект от применения минеральных удобрений.

Проростки сорго чувствительны к концентрации почвенного раствора, которая повышается при внесении удобрений в предпосевной или припосевной периоды. Ингибирующее воздействие удобрений на прорастание семян наблюдается особенно при их совместном внесении. Во избежание отрицательного эффекта рекомендуется вносить азотные и азотно-фосфорные удобрения глубже семян и в стороне от них.

Определенный интерес представляет обработка семян сорго микроэлементами. Для этих целей используются 0,5 % водные растворы бора, кобальта, молибдена, цинка, марганца и меди. Норма расхода рабочего раствора 10 л/т посевного материала.

3.3. Зерновые бобовые культуры

К зерновым бобовым культурам относятся растения из семейства Бобовые (Fabaceae) выращиваемые для производства пищевого и кормового зерна. Главная их особенность – симбиоз с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium*, которые, за счет световой энергии аккумулированной растением, поглощают атмосферный азот и обеспечивают им более половины потребности растения-хозяина в этом элементе. Тем самым бобовые культуры дают самый дешевый белок, включая в биологический круговорот азот воздуха, недоступный для других растений.

Зерновые бобовые культуры выращивают для решения трех главных задач земледелия: 1) увеличение производства зерна, 2) получение растительного белка, 3) повышения плодородия почвы. Эти культуры условно делят на: пищевые, кормовые, технические и универсальные.

В мировом земледелии зерновые бобовые культуры занимают более 100 млн. га. В Российской Федерации наиболее распространен среди зерновых бобовых культур горох. За этой культурой идут соя и люпин. Фасоль, чечевица, нут, чина и бобы возделываются на небольших площадях.

Бобы

Бобы [конские бобы, русские бобы] (*Vicia faba* L., *Faba vulgaris* Moench.) относятся к роду *Vicia* L., семейству бобовых. Крупносемянная группа сортов известна также под названием «огородные бобы», «кормовые бобы» или «полевые бобы». По хозяйственным признакам различают бобы кормовые и пищевые. Пищевые бобы обычно крупноплодные с толстыми и мясистыми створками, крупносемянные. Кормовые – отличаются относительно мелким зерном и хорошо развитой вегетативной массой.

Распространение. Бобы распространены во всех частях света. Наибольшие площади находятся в Китае, Эфиопии, Марокко, Италии, Египте. Значительные площади их встречаются в Западной Европе.

В качестве огородной культуры пищевые бобы возделываются в центральных и северо-восточных областях нашей страны, в Западной Сибири (Алтайский край). Посевы кормовых бобов сосредоточены в Дагестане и других Северо-Кавказских республиках.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Бобы лучше всего удаются в приморских и предгорных районах, во влажных низинах и местностях с равномерным распределением атмосферных осадков. На кислых почвах они растут плохо. Критической для этой культуры является рН 4,1. Высокий и стабильный урожай бобов можно получить на дерново-карбонатных и дерново-подзолистых почвах, а также на хорошо окультуренных тяжелых и среднетяжелых суглинистых черноземах с рН 6-7. При достаточной водообеспеченности эту культуру также выращивают на супесчаных почвах. Очень плохо бобы растут на песчаных почвах. Они успешно развиваются и дают хорошие урожаи на осушенных торфяниках (при известковании).

Бобы очень требовательны к выровненности поверхности поля. Даже в небольших впадинах они раньше всходят, но позже созревают. Очень неравномерно созревают на холмистых и родиковых почвах.

Бобы требовательны к питательным веществам в течение всего периода вегетации. Для формирования 1 т урожая зерна и соответствующего количества побочной продукции им необходимо 60-70 кг азота, 15-21 – фосфора, 25-28 – калия, 22-28 – кальция, 3-5 кг магния. При урожае зерна 3-3,5 т/га эта культура выносит из почвы 40-50 кг фосфора, 120-150 кг калия, по 50 кг кальция и азота. Бобы, как и другие зернобобовые, потребляют вдвое больше элементов питания по сравнению с зерновыми (табл. 78; Савенкова Л.М., 1991). Таким образом, на полях одинакового плодородия для получения равного с ячменем урожая под кормовые бобы следует вносить калия в 2,8 раза, фосфора – в 2,4 раза больше. Потребность растений в минеральных элементах питания в значительной степени зависит от погодных условий: в засушливое лето фосфора используется меньше, а калия – больше, чем во влажное.

Таблица 78 – Максимальное потребление элементов питания (кг) 1 т основной продукции и соответствующим количеством органической массы

Культура	Вид продукции	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Бобы кормовые	семена	65	26	55
Горох	–	64	21	29
Ячмень	зерно	30	11	20
Пшеница озимая	–	35	13	23

Место в севообороте. Бобы на зерно чаще всего размещают после пропашных и озимых зерновых культур; в смеси с кукурузой и другими культурами, возделываемыми на корм, они занимают поля силосных культур. Их можно возделывать после яровых зерновых культур, если почва не засорена многолетними сорняками, особенно пыреем. Сорняки сильно угнетают растения бобов, способствуют распространению нематод, которые уничтожают корневые клубеньки, что приводит к значительным потерям урожая. При значительной засоренности полей сорняками, особенно осотом, в период сбора урожая повышается влажность вороха массы, что затрудняет уборку и увеличивает потери. Поэтому для получения высокого урожая бобов борьбу с сорными растениями следует проводить уже в период выращивания предшественника. Бобы, являясь пропашной культурой и обладая повышенной азотфиксирующей и фосфорусвояющей способностью, считаются хорошими предшественниками для овса, ячменя, яровой пшеницы, а в свекловичных районах и для сахарной свеклы. Бобы подвержены поражению корневыми гнилями, поэтому их нельзя возделывать на одном участке чаще, чем через 3–4 года.

Предшественники бобов по пригодности можно разделить на 3 группы: хорошая пригодность – озимый ячмень, озимая пшеница, ку-

куруза; средняя – картофель, кормовые культуры, свекла; непригодны – рожь, овес, бобовые.

Удобрение. Из всех зерновых бобовых культур бобы в наибольшей степени нуждаются во внесении органических удобрений. Во всех зонах возделывания на дерново-подзолистых, черноземных и серых лесных почвах они дают высокие прибавки урожая при внесении навоза. При их возделывании следует вносить 25-30 т/га навоза под зябь, но в особенно прохладных и дождливых погодных условиях органические удобрения лучше применять под предшественник.

Высокоэффективны и минеральные удобрения (табл. 79; Боднар Г.В., Лавриненко Г.Т., 1977).

Таблица 79 – Влияние удобрений на урожайность кормовых бобов

Почва	Урожайность зерна без удобрений, ц/га	Прибавка, ц/га	
		РК	НРК
Дерново-подзолистая	10,8	4,9	4,9
Темно-серая лесная	18,6	1,7	3,3
Чернозем оподзоленный	14,2	1,8	2,0
Чернозем выщелоченный	17,0	4,5	5,3
Чернозем обыкновенный	12,9	2,5	3,9

Бобы, благодаря мощной корневой системе хорошо используют питательные вещества из почвы. Однако они предъявляют повышенные требования к наличию их легкорастворимых форм. Если навоз не вносят, то для удовлетворения высокой потребности их в азоте в начале роста необходимо вносить перед посевом азотное удобрение из расчета 40-50 кг/га. Стартовые дозы азота для бобов способствуют более интенсивному росту и формированию листовой поверхности. Под эту культуру эффективны фосфорно-калийные удобрения, способствующие лучшему развитию семян и ускоряющие созревание растений. По сравнению с другими однолетними бобовыми культурами у бобов слабее выражена способность усваивать фосфор и калий из труднорастворимых соединений, что вызывает необходимость применения под них относительно высоких доз фосфорно-калийных удобрений. Под вспашку рекомендуется вносить по 45-60 кг/га фосфорных и калийных удобрений. Зарубежный опыт показал, что хорошая обеспеченность фосфором и калием уменьшает поражение бобов болезнями.

Большое значение в повышении урожайности бобов имеет известкование кислых почв. Его проводят при значениях $pH < 6,0$. В зависимости от степени кислотности почвы нормы известки колеблются от 3-4 до 4-6 т/га.

Подготовка семян к посеву бобов ничем не отличается от подготовки других зернобобовых культур. С осени они должны быть доведены до посевных кондиций по чистоте, влажности и всхожести. Обязательна обработка семян микроудобрениями, нитрагином и ядо-

химикатами. Из микроэлементов бобы в первую очередь отзываются на молибден, кобальт, бор, марганец и медь.

Микроэлементы применяют путем предпосевной обработки семян и некорневой подкормки посевов в фазе бутонизации растений: доза 50 г д. в. на 1 т семян и 200 г д. в. на 1 га; расход рабочего раствора соответственно 10 и 50-100 (при авиаобработке), 300-400 л/га (надземном способе).

Горох

Горох (*PisumTurn*) – род однолетних и многолетних растений семейства бобовых. Объединяет 6 видов, из которых 2 – культурные – горох посевной (*P. sativum* L.) и горох абиссинский (*P. abyssinicum* Br. A.). В культуре наиболее распространен горох посевной, возделываемый главным образом как продовольственная и кормовая культура.

Распространение. Горох – культура умеренного климата, распространен как в Северном, так и Южном полушариях Земли. В Северном полушарии южная граница культуры гороха проходит по северу Африки, Ирану, Ираку, Северной Индии, югу Сибири и северу Японии, а в Америке по югу США. На севере его ареал приближается к полярной границе возделывания сельскохозяйственных культур. В Скандинавии он доходит до 67°с.ш., далее граница его ареала постепенно спускается: в Карелии до 65°, на Урале и в Западной Сибири до 60°, в Восточной Сибири до 55°, на Дальнем Востоке до 45°, а в Канаде возделывается примерно до 50°с.ш. В Тибете горох возделывается на высоте 4570 м над уровнем моря, в Перу – 3900 м, в Колумбии – 3600 м, на Памире – 3500 м, в Мексике – 3150 м, в Эфиопии – 3200 м, в Дагестане – 2420 м, в западной части Кавказа – 2000 м. В Южном полушарии он возделывается в умеренной зоне Австралии и Аргентины.

Горох – основная зернобобовая культура нашей страны, имеющая широкое распространение. На его долю в Российской Федерации приходится 86 % площади посевов зернобобовых культур. Наибольшие площади под горохом находятся в Поволжском, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Уральском, Западно-Сибирском, Волго-Вятском, Восточно-Сибирском и Центральном экономических районах.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Горох – культура высокоплодородных «пшеничных» почв. Он предъявляет повышенные требования к сложению почвы. Плохо растет на плотных и бесструктурных почвах тяжелого гранулометрического состава, не выносит заболачивания. Лучшие для него почвы, как и для пшеницы, – черноземы различных подтипов. Отрицательно реагирует на почвенную засуху. Угнетается на кислых почвах и нечувствителен к карбонатности. Хорошо растет в интервале рН от 6,0 до 8,5 (табл. 80; Вальков В.Ф. и др., 2007). Для гороха неблагоприятны песчаные и супесчаные почвы. Эта культура высоко чувствительна к солонцеватости и засолению почвы.

Для формирования 1 т зерна и соответствующего количества вегетативной массы горох потребляет 4,5–6,0 кг азота, 17–20 – фосфора, 35–40 – калия, 25–30 – кальция, 8–13 кг магния и микроэлементы.

Таблица 80 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для гороха

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	–
pH водной суспензии	5,5–6,0	6,0–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	15–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	<3	3–5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	<0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–3	3–6

Элементы питания растения гороха на протяжении всего вегетационного периода усваивают неравномерно (табл. 81). Максимальное потребление растениями гороха элементов питания и накопление органического вещества совпадают с фазой налива зерна, когда нижние бобы начинают желтеть. В период от всходов до фазы бутонизации потребляется около половины азота и фосфора, а калия – 70 % от максимального накопления этих элементов в растениях. С переходом растения в репродуктивный период развития, особенно от налива до созревания зерна, накопление этих элементов резко возрастает. К фазе образования бобов потребление растениями гороха азота достигает 90 % от максимального, фосфора – 70 %; калия полностью завершается.

Таблица 81 – Динамика потребления элементов питания растением гороха, % от максимального

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Всходы	2,0	2,2	5,8
Ветвление стебля	12,5	10,0	24,5
Бутонизация	50,4	48,8	70,2
Образование бобов	89,6	70,0	100
Полная спелость	100	100	98

Основной биологической особенностью питания растений гороха является фиксация азота воздуха за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями *Rhizobium leguminosarum* Baldwin et Fred, поселяющимися на его корнях. Около 75 % фиксированного азота используется растением и 25 % остается с клубеньками в почве. Недостаток азота приводит к слабому росту растений, а избыток – усиленному нарастанию вегетативной наземной массы в ущерб урожаю семян, приводит к полеганию и повышает восприимчивость растений к болезням и вредителям.

Фосфор стимулирует рост корневой системы у растений гороха, повышает активность клубеньковых бактерий, а также уменьшает вредное действие азота при его избыточном содержании в питательной среде. Клубеньковые бактерии переводят труднорастворимые соединения фосфора в почве в легче усвояемые для растений формы, в результате чего улучшается фосфорное питание гороха.

Калий способствует лучшему использованию азота и фосфора, повышает засухоустойчивость растений гороха. Недостаток его в почве снижает азотфиксирующую способность клубеньковых бактерий, отрицательно сказывается на формировании репродуктивных органов у растений гороха, а в период образования бобов – задерживается отток азотистых веществ из листьев к репродуктивным органам. Одновременно недостаток калия задерживает превращение моноз в дисахариды и полисахариды, что влечет за собой повышение содержания глюкозы и снижение ее реакционной способности. При калийной недостаточности у растений гороха снижается оводненность коллоидов протоплазмы. Обеспеченные этим элементом растения легче переносят кратковременный дефицит влаги. Калий в растениях положительно влияет на потребление ими серы и ее накопление в физиологически активных листьях.

Большое значение в жизни растений гороха имеют мезо- и микроэлементы. Магний входит в состав хлорофилла, положительно влияет на жизнедеятельность клубеньковых бактерий, участвует во многих звеньях обмена веществ. При недостаточном содержании этого элемента в почве растения гороха сильно угнетаются, листья преждевременно стареют и опадают, ухудшается снабжение репродуктивных органов азотом, резко снижается фотосинтез. Все это ведет к низкой продуктивности растений. При недостатке в питательной среде железа происходят структурные нарушения в хлоропластах, а при избытке – дегградация их фотоактивных структур.

Микроэлементы входят в состав ферментов, витаминов, активизируют важнейшие звенья обмена веществ, изменяют углеводный и белковый обмены, влияют на жизнедеятельность и активность клубеньковых бактерий. Молибден принимает участие в азотном обмене растения и повышает активность клубеньковых бактерий. Бор способствует росту растений гороха, особенно корневой системы, и образованию клубеньков, усиливает азотфиксирующую способность бактерий. Недостаток этого микроэлемента вызывает снижение скорости оттока ассимилятов из листьев в репродуктивные органы. Марганец уменьшает дневную депрессию фотосинтеза. Кобальт входит в состав витамина В₁₂, который стимулирует образование пигмента леггемоглобина, необходимого для клубеньков активных рас бактерий.

Место в севообороте. Горох оставляет после себя в почве около 30 кг/га азота, а его корневая система, обладающая способностью усваивать элементы питания из труднорастворимых соединений, положительно влияет на физические и химические свойства почвы. Лучшие предшественники для гороха в Нечерноземной зоне – озимые зерновые культуры, картофель, лен, кукуруза на силос; в Центрально-Черноземной зоне и на Северном Кавказе – озимые зерновые, сахарная свекла и кукуруза; в Поволжье – озимые зерновые и пропашные культуры, яровая пшеница; на Урале и Западной Сибири – яровая пшеница и кукуруза на силос. В степных районах Поволжье и других засушливых зонах предпочтение следует отдавать тем из рекомендуемых

предшественников, которые меньше иссушают почву. Во всех зонах вполне приемлемо размещение гороха после ячменя и овса, если их посевы были чистыми от сорняков и поля удобрялись. Не следует размещать эту культуру после подсолнечника. Всходы его падалицы затрудняют уборку, сильно снижают урожай гороха.

Горох плохо выносит повторные посевы, так как поражается болезнями (фузариоз) и повреждается вредителями (долгоносик, плодоярка), в почве быстро размножаются нематоды. По этой же причине его нельзя размещать рядом с клевером, где зимуют клубеньковые долгоносики, повреждающие всходы гороха. Сеять горох повторно на том же участке рекомендуется не ранее, чем через 5–6 лет, а в зонах с избыточным увлажнением – через 7 лет. Иначе он поражается корневыми гнилями. Размещать горох в севообороте следует так, чтобы пространственная изоляция от посевов многолетних бобовых трав была не менее 500 м. Это уменьшает опасность повреждения всходов вредителями.

Горох – ценный предшественник для других культур. Его часто помещают в севообороте между зерновыми и техническими культурами. Скороспелые сорта гороха высевают в занятых парах, и здесь они служат хорошим предшественником озимых культур во многих зонах страны.

Удобрение. Размещение гороха на окультуренных почвах после удобренных предшественников при содержании доступных растениям форм фосфора и калия более 15 мг на 100 г почвы обеспечивает получение урожая зерна более 30 ц/га без внесения удобрений практически во всех зонах его возделывания. На почвах с содержанием гумуса менее 2 %, фосфора и калия менее 5 мг/100 г необходимо вносить под горох фосфорные, калийные и азотные удобрения. Фосфорные и калийные удобрения применяют в полном объеме для получения планируемого урожая, а азотные – с учетом уровня симбиотической фиксации азота воздуха, составляющего 50–70 % общей потребности.

Для реализации потенциальной продуктивности растений гороха важное значение имеет рациональная система удобрения всего севооборота, а также реализация комплекса мероприятий по повышению плодородия почвы. Для гороха очень важно не вообще наличие питательных веществ в почве, а их соотношение. На песчаных почвах оно равно примерно 1:1,5:2 (N:P:K), а на более плодородных – 1:1:1,5.

Эффективность удобрений в различных почвенно-климатических условиях обширной зоны возделывания гороха неодинакова. Их действие, прежде всего, зависит от физических, химических и физико-химических свойств почвы, ее влажности, сроков, способов и доз внесения удобрений, уровня удобрения предшественника и степени засоренности участка сорняками.

Горох не следует размещать на поле, где внесено свежее органическое удобрение. В этом случае у растений развивается мощная надземная масса в ущерб зерновой продуктивности, они сильно и рано полегают, удлиняется их вегетационный период, создаются предпосылки для большого повреждения посевов тлей, плодояркой и дру-

гими вредителями, а также восприимчивости к болезням. Лучше всего органические удобрения вносить в предшествующих гороху полях: паровых – в свекловичных севооборотах, под картофель – в картофельных, коноплю – в конопляных, кукурузу на силос и корнеплоды – в кормовых севооборотах. В этом случае значительно повышается эффективность минеральных удобрений, внесенных непосредственно под горох, увеличивается азотфиксирующая способность этой культуры.

Систематическое применение навоза в севообороте оказывает положительное влияние на агрохимические, физические и физико-химические свойства почвы – увеличивается содержание гумуса, уменьшается гидролитическая кислотность, создаются благоприятные условия для сохранения почвенной влаги. Все это повышает количество и качество урожая гороха.

Несмотря на азотфиксирующую способность, растения гороха нуждаются во внесении небольших «стартовых» доз азотных удобрений весной, когда подавлена деятельность клубеньковых бактерий в почве. Фиксация азота начинается лишь через 10–14 дней после посева, поэтому следует признать целесообразным этот прием для усиления питания проростков гороха в первый период их жизни.

Горох относится к растениям, которые сравнительно хорошо используют запасы фосфора в почве. Однако в начальный период роста и развития, пока у растений слабо развита корневая система, они хорошо реагируют на внесение фосфорных удобрений.

Калийные удобрения эффективны как на дерново-подзолистых почвах, так и на черноземах. Наибольшая потребность посевов гороха в калийных удобрениях наблюдается на легких песчаных и торфяно-болотных почвах.

Система удобрения гороха включает основное и припосевное. Дозы основного удобрения составляют $N_{20-40}P_{40-60}K_{0-60}$. Во всех зонах возделывания гороха наиболее эффективным является осеннее применение фосфорно-калийных удобрений под зяблевую вспашку. По сравнению с весенним внесением под предпосевную культивацию оно обеспечивает прибавку урожая на 10–30 %, а в сухие годы эта разница нередко доходит до 40–50 %. Если их осенью не внесли, то вносят весной под культивацию с заделкой в почву на глубину 12–16 см.

Обязательный прием на почвах всех типов и во всех зонах возделывания гороха – внесение в рядки при посеве гранулированного суперфосфата из расчета P_{10-15} . При посеве в февральские «окна» вместо суперфосфата лучше использовать комплексные гранулированные удобрения, поскольку в их состав входит азот, необходимый гороху в начальные фазы его роста и развития. Доза комплексных удобрений (марки 1:1:1) при внесении его в рядки должна составлять 10–20 кг/га.

Фосфорные удобрения не только повышают урожай гороха, но и ускоряют созревание семян, что особенно важно для северных и восточных районов возделывания культуры. При этом улучшается развариваемость семян и повышается содержание белка. При рядковом вне-

сении удобрений применять высокие дозы не следует, так как молодые ростки плохо переносят высокую концентрацию почвенного раствора. В качестве основного удобрения под горох используют: из азотных – все формы; из фосфорных – суперфосфат, фосфоритную муку и томасшлак; из калийных – в основном бесхлорные формы. В рядки вносят суперфосфат и аммонийную селитру.

Большое значение в повышении урожайности гороха имеет известкование кислых почв. Эффективность его повышается при внесении мелиорантов полными дозами под предшественники гороха, особенно в паровом поле. Дозы устанавливают в зависимости от исходной кислотности почвы и ее гранулометрического состава. Так, для нейтрализации кислотности почвы легкого гранулометрического состава от уровня рН солевого 4,1–4,5 до 5,6–6,0 необходимо внести СаО по 4,5–5,0 т/га, средних суглинков – 5,6–6,2 т/га, тяжелых – 6,5–7,0 т/га. Нейтрализация почвенной кислотности в севообороте способствует увеличению урожайности гороха и повышает эффективность действия минеральных и органических удобрений на горох.

Урожай гороха зависит от азотфиксирующей способности клубеньковых бактерий. Несмотря на широкое распространение в почвах, ряд факторов ограничивает их численность и обуславливает слабую вирулентность и эффективность. К таковым относятся: недостаточная увлажненность почв в отдельные периоды (оптимальная влажность почвы для клубеньковых бактерий 40–60% полной влагоемкости); высокая актуальная кислотность; слишком высокая или пониженная температура (оптимальная 20–28°C); плохая аэрация; недостаток органического вещества или отдельных химических элементов; избыточное азотное питание; неблагоприятное воздействие бактерий ризосферы. Вследствие этого на корнях растений гороха не развивается достаточного количества клубеньковых бактерий, поэтому необходимо прибегнуть к дополнительному их заражению активными штаммами клубеньковых бактерий. Этот прием называется нитрагинизацией.

Нитрагинизацию гороха следует рассматривать как важнейший агроприем. Он является страхующей операцией для всех без исключения зон горохосеяния. Инокуляция семян гороха современным препаратом ризоторфином (торфяной нитрагин) не только повышает урожай, но и улучшает его качество, увеличивает содержание белка в семенах. Нитрогинизацию проводят непосредственно перед посевом. Делают это в закрытом помещении или на крытом току, куда не проникают прямые солнечные лучи.

Обязательным компонентом системы удобрения гороха являются микроэлементы – молибден, бор, цинк, кобальт, марганец, медь, ванадий, которые должны обязательно вноситься с учетом их содержания и соотношения с другими элементами питания в данной почве. Недостаток микроэлементов приводит к заболеваниям растений, нарушению обмена веществ, снижению урожая и его качества.

Из микроэлементов растения гороха наиболее отзывчивы на молибден. Недостаток этого элемента наблюдается в почвах с кислой ре-

акцией, содержащих большое количество полуторных оксидов, обменного алюминия, подвижных форм железа и марганца. Повышению усвояемости молибдена способствует внесение фосфорных удобрений и известкование кислых почв. Но при систематическом возделывании гороха и других бобовых культур в севооборотах и снижении содержания в почве молибдена извлекаемого в оксалатной вытяжке ниже 0,15-0,30 мг/кг появляется необходимость во внесении молибденовых удобрений. Наибольший эффект молибденовые удобрения дают на серых лесных, кислых дерново-подзолистых и дерново-глеевых почвах, а также на всех типах почв в предгорных и горных районах Северного Кавказа. Их используют в том случае, если не планируется внесение молибденизированного суперфосфата в рядки во время сева или для протравливания семян гороха не использовался фентиурам-молибдат. Молибденом обогащают семена путем предпосевного смачивания или замачивания в водном растворе микроэлемента. При молибденизации в семенах нового урожая накапливается столько молибдена, что его бывает достаточно для следующей репродукции. Чаще всего для этого используют молибденовокислый аммоний, содержащий 50 % д.в., из расчета 250 г/т семян. Молибденовое удобрение растворяют в воде (10 л на 1 т семян). Затем в раствор добавляют необходимую порцию ризоторфина и этой суспензией обрабатывают лишь те семена, которые протравлены не позже, чем за две недели до нитрагинизации. Для этих целей используют те же машины, что и для протравливания. Предварительно их следует хорошо очистить от протравителя и промыть водой.

Молибденовые удобрения вносят в почву в дозе 1 кг/га. При некорневой подкормке посевы гороха опрыскивают водным раствором молибдена. Лучший срок некорневой подкормки растений – период бутонизация–начало цветения. Для некорневой подкормки посевов расходуют 100 г действующего вещества на 1 га. При наземном внесении это количество молибдена растворяют в 300–400 л воды, при авианоприскивании – в 50–100 л.

Люпин

Люпин (*Lupinus L.*), лупин, волчий боб – род главным образом травянистых растений семейства бобовых. В природе встречается свыше 300 видов; в культуре выращивается 3 однолетних вида люпина – желтый (*L. luteus L.*), узколистный (*L. angustifolius L.*), белый (*L. albus L.*) и 1 многолетний (*L. polyphyllus Lindl.*).

Распространение Люпин широко возделывается всюду в Западной Европе. Наибольшие площади посева его в Германии и Польше. Люпин распространенная культура и на американском континенте. В Российской Федерации он возделывается главным образом в Центральном и Северо-Западном районах Нечерноземной полосы: в Московской, Брянской, Владимирской, Калужской, Орловской и Смоленской областях.

Северная граница производственных посевов желтого люпина проходит по линии Санкт-Петербург – Вологда – Казань, а семеновод-

ства – по северу Брянской области. Севернее желтого люпина продвигается люпин узколистный. Посевы его распространены прежде всего в центральных областях Нечерноземной зоны. Узколистный люпин более скороспелый, чем желтый, и дает раннюю продукцию зеленой массы, у него сравнительно раньше созревают также и семена, но общая продуктивность его ниже. Еще севернее узколистного люпина культивируют люпин многолетний. Белый люпин пригоден для возделывания на Черноморском побережье Северного Кавказа. Раннеспелые сорта его можно возделывать и в Центральной Черноземной зоне Российской Федерации.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Люпин лучше растет и развивается на достаточно окультуренных супесчаных и суглинистых почвах. Эта культура дает низкие урожаи на тяжелых, переувлажненных, слабопроницаемых глинистых почвах, а также на почвах с близким залеганием грунтовых вод. Малопригодны для выращивания люпина сильно оподзоленные почвы.

Белый люпин характеризуется наибольшей требовательностью к почве. Ему лучше подходят черноземы; хорошо растет на светло-серых лесных, дерново-среднеподзолистых супесчаных и суглинистых почвах. Желтый люпин менее требователен к почве, чем узколистный, а их обоих ниже, чем белого. Он лучше всего развивается на песчаных и легких суглинистых почвах, на которых можно сеять лишь рожь, овес и картофель. Узколистный люпин предпочитает более связные почвы с большей водоудерживающей способностью. Но на тяжелых глинистых почвах он растет хуже.

Переувлажненные торфянистые почвы из-за сильного развития на них сорняков не пригодны для люпина, так же как и почвы, образовавшиеся при выветривании известняков. На торфяниках и степных песчаных почвах люпины могут страдать от недостаточности меди.

Люпин характеризуется повышенной чувствительностью к реакции почвенного раствора. Лучшими для него являются почвы с умеренно кислой реакцией. Переход через нейтральную реакцию ($pH=7$) даже до слабощелочной оказывает на него отрицательное влияние. Лучше люпин развивается при pH почвы от 5 до 6. Нижняя граница роста и развития растений находится при $pH=3,5$, а верхняя – $pH=7,5$. Для повышения продуктивности всех видов люпина при $pH<5$ необходимо вносить известь. Оптимальная реакция почвенного раствора для люпина значительно зависит от содержания в почве кальция. Принято считать, что все виды люпина отрицательно реагируют на его повышенное содержание. Одной из главных причин отрицательного действия кальция на люпины является фосфорное голодание растений. Такое голодание обуславливается переходом водо- и цитраторастворимых форм фосфора в трехзамещенный фосфат кальция, который слабодоступен для растений.

Люпин имеет хорошо развитую и глубокопроникающую (2,5-3 м) корневую систему, поэтому, а также вследствие кислых выделений, он использует питательные вещества из трудно растворимых соединений и обогащает ими пахотный слой почвы.

Для своего роста и развития люпин потребляет больше азота и калия и меньше фосфора. Для образования 1 т/га урожая зерна люпин использует 60-68 кг азота, 17-19 – P₂O₅ и 38-47 кг K₂O. Он усваивает в среднем азота в 2, а фосфора в 1,5 раза больше, чем кукуруза, озимая пшеница и ячмень. Кормовой люпин выносит из почвы много калия, примерно в 1,5-2 раза больше, чем зерновые культуры.

Люпин удовлетворяет свои потребности в азоте из двух источников – атмосферы и почвы. Примерно 65 % азота полной потребности люпин использует за счет фиксации его из атмосферы и примерно 35 % поглощает из почвы. В зависимости от условий размножения и жизнедеятельности клубеньковых бактерий это соотношение между источниками азота может изменяться. При неблагоприятных условиях (недостаток макро- и микроэлементов, щелочная реакция среды, плохая аэрация) клубеньковые бактерии развиваются плохо и, как следствие, растения больше используют азота из почвы и меньше фиксированного бактериями.

Люпин потребляет питательные вещества из почвы довольно равномерно до фазы цветения, когда потребность в них возрастает вследствие формирования бобов и налива семян (табл. 82; Бровенко Ф.М. и др., 1971). Разные виды люпина различаются по характеру потребления элементов питания. Усвоение азота у белого люпина непрерывно усиливается по мере роста и развития растений, тогда как у желтого и узколистного в период цветения наступает замедление темпа его потребления, увеличивающегося только после его завершения.

Таблица 82 – Потребление питательных веществ растениями люпина, % максимального количества

Фаза вегетации	Элемент питания		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Всходы–бутонизация	32	38	45
Цветение	65	65	80
Цветение-созревание	100	100	100

Усвоение калия у желтого люпина в фазу цветения также несколько сокращается, а у белого и узколистного – ускоряется. Наибольшей интенсивности потребление калия у всех видов достигает в период после цветения. Фосфор потребляется желтым люпином более равномерно, а белым и узколистным – с возрастающей интенсивностью.

Калий растения люпина потребляют более интенсивно, чем азот и фосфор, потому что этот элемент играет важную роль в образовании углеводов, используемых живущими в симбиозе с ними клубеньковыми бактериями. Фосфор необходим особенно в первый период вегетации для образования клубеньков и повышения азотфиксирующей способности клубеньковых бактерий. Недостаток его в этот период приводит к образованию клубеньков с большим опозданием или же они вообще отсутствуют. Это одна из основных причин недобора урожая зерна и зеленой массы люпина.

Место в севообороте. Место люпина в севообороте зависит от назначения посева, плодородия почвы, степени засорения поля сорняками.

При возделывании люпина для повышения плодородия дерново-подзолистых почв и получения кормов в полевом севообороте ему нередко отводят 2-3 поля: 1) пар занятый люпином; 2) озимая рожь; 3) картофель; 4) гречиха; 5) люпин на зерно; 6) кукуруза на силос; 7) озимая рожь с подсевом сераделлы; 8) овес. Запашка 35-40 т/га зеленой массы люпина равноценна внесению такого же количества навоза. Для зеленого удобрения под яровые хлеба применяется пожнивный посев люпина после культур, рано освобождающих поле (рожь, вико-овсяная смесь).

При возделывании на корм в чистом виде и в смеси с другими культурами в полевом севообороте люпин часто размещают в поле однолетних трав. В кормовых 6-7-польных севооборотах он обычно занимает третье и пятое поля, отводящиеся под силосные культуры; в прифермских – поле однолетних трав. В этих севооборотах кормовым люпином целесообразно также занимать половину поля, отводящегося под кукурузу с целью одновременной уборки и закладки обогащенного белком силоса. Зеленую массу на корм скашивают в фазе сизых бобиков и силосуют преимущественно с кукурузой. Возможно и двухстороннее использование люпина – на корм и на зеленое удобрение. Для этого растения скашивают на корм в фазе цветения, а затем осенью подросшую отаву запахивают на зеленое удобрение.

При возделывании на семена люпин высевают после озимых или пропашных культур. На песчаных почвах его чаще чередуют в севообороте с рожью и картофелем.

Бессменное возделывание люпина недопустимо. Не только монокультура, но и частое возвращение его посевов на прежнее место в севообороте отрицательно сказывается на урожае.

Удобрение. Люпин хорошо реагирует на органические удобрения. Следует только иметь в виду, что в северных районах при обильных осадках навоз может стать причиной позднего созревания семян. Потому, непосредственно под люпин их не выносят. Он хорошо использует последствие органических удобрений. Для удобрения люпина можно использовать торф (30-40 т/га), эффективность которого на песчаных почвах довольно высока.

В связи со способностью люпина использовать при помощи клубеньковых бактерий атмосферный азот под люпин обычно не применяют азотные удобрения. С другой стороны, серьезное повышение урожайности люпина, особенно желтого и узколистного, без внесения под него азотных удобрений весьма затруднительно. Едва ли создание даже очень благоприятных условий для жизнедеятельности клубеньковых бактерий и внесение даже самых активных их рас может обеспечить такой подъем урожаев. Азотные удобрения под люпин в первую очередь применяются на очень бедных песчаных и супесчаных почвах и в годы с холодной и затяжной весной. Внесение 20-30 кг/га азота обеспечивает им молодые растения и клубеньковые бактерии до тех

пор, пока последние не передут на его фиксацию из воздуха. Этот, так называемый, стартовый азот вносят обычно перед посевом.

Внесение фосфорных и калийных удобрений в нужных соотношениях весьма сильно влияют на развитие зеленой массы растений и содержание в ней азота, на образование на корнях клубеньков, а в связи с этим на связывание атмосферного азота и, следовательно, на общую продуктивность растений. На песчаных и супесчаных почвах под люпин в первую очередь вносят калийные удобрения в норме K_{70-90} . Калий повышает устойчивость растений против болезней и ускоряет созревание семян. Калийные удобрения, применяемые при пониженных температурах ($10^{\circ}C$ и ниже), особенно в пасмурное лето, наиболее заметно повышают урожай. Люпин положительно реагирует на все формы калийных удобрений, однако наибольший эффект дают сульфат калия и калийно-магниевые удобрения. Повышенное содержание хлора в почве угнетает развитие на корнях люпина клубеньковых бактерий. При применении хлорсодержащих калийных удобрений их целесообразно вносить в почву не весной, а с осени. Особенно велико значение калийных удобрений для люпинов на песчаных почвах.

Хорошо отзывается люпин и на фосфорные удобрения. Средняя норма их внесения составляет P_{60-70} . Из фосфорных удобрений лучшими формами являются фосфоритная мука, томасшлак и фосфат-шлак. Внесение под люпин физиологически кислых удобрений вызывает подкисление почвы, особенно при мелкой их заделке, что создает неблагоприятные условия для азотфиксирующей деятельности клубеньковых бактерий. Такие случаи нередко отмечаются при весеннем внесении под люпин суперфосфата.

При выращивании люпина на зерно фосфорные и калийные удобрения вносят в соотношении 1:1, если на зеленую массу – 1:1,2. Удобрения не вносят, когда содержание доступных форм фосфора и калия в почве выше 100 мг/кг. Фосфорные и калийные удобрения целесообразно вносить под зяблевую вспашку. Если их в это время не внесли, тогда вносят весной под культивацию ($P_{45-60}K_{45-60}$). На слабо-окультуренных почвах, а также на почвах, где под основную обработку было внесено недостаточное количество фосфорных удобрений, весьма эффективно их внесение (P_{10}) в рядки при посеве.

Подкормка кормового люпина фосфорно-калийными удобрениями не всегда дает положительные результаты. Однако если удобрения под люпин не вносили до посева и во время посева, необходимо проводить подкормку фосфорными и калийными удобрениями ($P_{30}K_{30}$). Подкормку проводят в возрасте четырех настоящих листочков, более поздние подкормки неэффективны. Прежде всего, подкармливают широкорядные посевы кормового люпина.

Важное значение в питании люпина имеет магний. Магниевые удобрения увеличивают его урожайность, улучшают качество, положительно влияют на фиксацию атмосферного азота. Внесение магнийсодержащих удобрений особенно необходимо на глубоких песчаных

почвах, имеющих низкое содержание магния по всему профилю. При внесении магнийсодержащих удобрений или доломитовой муки возрастает эффективность минеральных удобрений.

Накануне посева люпина обязательно обрабатывают его семена нитрагином. Обработка семян нитрагином, как показали многочисленные опыты, заметно повышает урожай зеленой массы и семян люпина в годы с хорошей обеспеченностью влагой. В сухие же годы, при явном недостатке влаги в почве, данный прием оказывается безрезультатным.

На рост и развитие растений, а также качество получаемого урожая оказывают существенное влияние некоторые микроэлементы – бор, молибден, кобальт и цинк. Бор играет существенную роль в процессе плодообразования. При его недостатке в растениях нарушается углеводный и белковый обмен. Борные удобрения повышают массу надземных органов и корней растений люпина, увеличивают количество клубеньков на корнях и урожай семян, способствуют более раннему их созреванию. Молибден, кобальт и цинк способствуют повышению содержания белка и снижению количества алкалоидов в семенах. Они оказывают положительное влияние на их энергию прорастания и всхожесть.

Микроэлементы применяют путем предпосевной обработки семян и некорневой подкормки в фазе бутонизации растений люпина. Оптимальные дозы 25-50 г/т и 100-150 г/га соответственно. Молибденсодержащие удобрения вносят на кислых дерново-подзолистых почвах, осушенных кислых торфяниках, серых лесных и других почвах, бедных усвояемыми формами молибдена.

Нут

Нут, бараний горох, пузырник (*Cicer L.*) – род однолетних и многолетних травянистых растений семейства бобовых. Объединяет 27 видов. В культуре один вид – нут культурный (*Cicer arietinum L.*).

Распространение. Основной регион возделывания нута – тропическая и субтропическая Азия. На сравнительно больших площадях эту культуру выращивают в Индии, Китае, Пакистане, Эфиопии, Марокко, Тунисе, Мексике, Колумбии. Основными районами возделывания нута в Российской Федерации являются Нижнее Поволжье, Саратовская и Омская области, Северный Кавказ. На Кубани нут в основном возделывается в Северной, Центральной и Восточной агроклиматической зоне Краснодарского края.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лучшими почвами для нута являются черноземы, серые лесные, каштановые и сероземные. Нут не требователен к гранулометрическому составу, легко приспосабливается как к легким, так и к тяжелым глинистым почвам при условии их хорошей оструктуренности. В то же время он отрицательно реагирует на слитость, заболачивание, близкое залегание грунтовых вод. Оптимальная реакция почвенного раствора для растений нута – нейтральная или слабощелочная – рН 6,5-8,4 (табл. 83; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 83 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для нута

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1-2	2-8	8-9
pH водной суспензии	6,0-6,5	6,5-8,4	8,5-8,7
Плотность, г/см ³	1,10-1,35	1,35-1,45	1,45-1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10-30	30-60	60-70
Обменный Na, % от ЕКО	-	3-5	5-10
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	-	0,2-0,3	0,3-0,5
Содержание CaCO ₃ , %	-	0-4	4-8

Нут может произрастать на солонцеватых и слабозасоленных почвах. Требователен он к наличию элементов питания в почве. Высокую потребность в азоте нут может удовлетворять за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями и поглощением из почвы. При оптимальных условиях для жизнедеятельности клубеньковых бактерий растения нута могут фиксировать из воздуха 70 % своей потребности в азоте. Недостаток азота растения испытывают тогда, когда запасы его в семядолях исчерпываются раньше, чем клубеньковые бактерии разовьются (от 20 до 30 дней после появления всходов) и начнут фиксировать азот из воздуха для удовлетворения нужд растений хозяев. С 1 т основной продукции нут выносит: 66 кг N; 16 кг P₂O₅; 20 кг K₂O.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками для нута являются – озимые и яровые зерновые, идущие после озимых. В то же время скороспелость, пригодность к механизированной уборке, способность обогащать почву азотом, возделывание как пропашной культуры ставит его в ряд лучших предшественников для зерновых и пропашных культур.

Удобрение. Нут отзывчив на удобрения. Навоз непосредственно под него вносить не рекомендуется. Несмотря на азотоусваивающую способность, растения нута в первые фазы роста и развития нуждаются в этом элементе, и потому положительно отзываются на азотные удобрения. На бедных азотом почвах их вносят из расчета 30-45 кг/га действующего вещества. На богатых органическим веществом почвах применять азотные удобрения следует осторожно, т. к. избыток азота ведет к значительному увеличению вегетативной массы растения и снижению урожая семян. На черноземных и темно-каштановых почвах нут особенно хорошо отзывается на фосфорные удобрения. Их следует вносить под зяблевую вспашку или в виде гранулированного суперфосфата весной в рядки при посеве. Это в значительной мере обуславливается и тем, что нут, по сравнению с другими зерновыми бобовыми культурами, менее чувствителен к кислотности почвы. Повышенная потребность в калийных удобрениях наблюдается при возделывании нута на легких почвах. Вносят их осенью под зяблевую вспашку. Нормы фосфорных и калийных удобрений в значительной

степени определяются уровнем плодородия почвы и биологическими особенностями районированных сортов, и составляют $P_{60-75}K_{30-45}$.

Нут отзывчив на внесение молибденовых, кобальтовых и цинковых удобрений. Их применяют путем предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений в фазе бутонизации. Семена обрабатывают 0,25 % водными растворами микроэлементов из расчета 10 л/т. Некорневую подкормку растений проводят 0,05 % водными растворами из расчета 300 л/га.

Высокоэффективна инокуляция семян нута бактериями рода *Rhizobium* штамма Н-18.

Соя

Соя (*Glyzine L.*) – род однолетних и многолетних травянистых растений семейства бобовых. Объединяет несколько десятков видов. В культуре в основном соя культурная (*G. hispida* Max.).

Распространение. Ареал распространения сои простирается от зоны вечной мерзлоты – 54-56°с.ш. на Дальнем Востоке, в Швеции и Канаде до тропических широт Африки и Индонезии. В Южном полушарии Земли сою выращивают на больших площадях в странах Латинской Америки и в Австралии, где зона ее возделывания опускается до 48-50°ю.ш. Основные производители сои: США, Бразилия, Аргентина, Китай, Япония, Франция, Германия, Италия. Посевы сои в Российской Федерации сосредоточены на Дальнем Востоке. Незначительные площади имеются на Северном Кавказе и Алтае.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Сою возделывают на черноземах, каштановых и подзолистых почвах. Подходят для неё желтоземы и бурые лесные почвы.

Благоприятные для роста и развития растений сои условия создаются, если плотность почвы находится в пределах 1,15–1,35 г/см³ (табл. 84), некапиллярная порозность почвы составляет не менее 20–22 % и общая – около 52 %. Нижняя критическая граница аэрации почвы при достаточной влажности – около 9 %. Кроме того, чрезмерно уплотненная почва оказывает механическое сопротивление росту корней. Коэффициент корреляции между плотностью почвы и урожаем зерна сои равен – 0,77.

Таблица 84 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для сои

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2-4	4-8	-
pH водной суспензии	4,0-6,0	6,0-7,5	7,5-9,5
Плотность, г/см ³	0,90-1,15	1,15-1,35	1,35-1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10-20	20-60	60-70
Обменный Na % от ЕКО	-	<3	3-5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	-	<0,2	0,2-0,3
Содержание CaCO ₃ , %	-	0-2	2-5

Соя малотребовательна к гранулометрическому составу и приспособляется как к супесчаным, так и к глинистым почвам. Не предъявляет высоких требований к содержанию органического вещества, хорошо растет на средне- и малогумусных почвах. Она относится к группе несолеустойчивых растений. На засоленных почвах сильно угнетается развитие клубеньковых бактерий на корнях сои. Засоление почвы порядка 0,1–0,4 % снижает урожай на 50 %. Для суглинистых почв с влажностью до 80 % НВ, порог токсичности ионов легкорастворимых солей составляет: $\text{HCO}_3^{-2} < 0,05\%$ (0,8 мг/экв); $\text{Cl} < 0,01$ (0,3 мг/экв); $\text{SO}_4^{+2} < 0,08\%$ (1,7 мг/экв). На почвах, содержащих соли в количествах, превышающих эти величины, снижается полевая всхожесть семян и урожай сои. Она мирится с достаточно высоким залеганием грунтовых вод и с рН почвенного раствора от 5,5 до 9,5, но оптимальным для нее является рН 6,0–7,5. На почвах с рН выше 9,5 и ниже 4,0 соя не растет, хотя семена прорастают. На кислых почвах угнетается развитие клубеньковых бактерий и корней, замедляется рост растений, снижается урожайность и масличность семян. Щелочная реакция почвенного раствора тоже угнетает рост растений и снижает урожайность, но в меньшей степени, чем кислая. Однако на почвах со щелочной реакцией соя растет лучше, чем сорго, просо, люцерна и хлопчатник, а на кислых – лучше, чем люцерна и клевер; она удаётся на осушенных болотных почвах при условии их нейтрализации.

Плохо растет соя на слабопрогреваемых почвах. При выборе участков под эту культуру следует избегать крутых склонов, отдавая предпочтение равнинным с небольшим уклоном территориям. Рыхлые, легко прогреваемые почвы, с высоким содержанием гумуса и нейтральной реакцией среды – наиболее пригодны для ее возделывания, именно такие условия являются оптимальными для развития клубеньковых бактерий, живущих на корнях сои и обеспечивающих ее азотом. Хорошая обеспеченность сои азотом позволяет ей развить мощную корневую систему, что, в свою очередь, способствует более полному усвоению других элементов питания.

Соя потребляет на формирование урожая больше питательных веществ, чем другие культуры (табл. 85; Демолон А., 1961).

Таблица 85 – Вынос с урожаем элементов питания, кг/га

Культура	Азот	Фосфор	Сера	Калий	Кальций	Магний
Соя	180	80	90	80	300	100
Пшеница	95	45	30	120	35	15
Гречиха	70	55	20	90	80	25
Кукуруза (зерно)	110	45	30	90	25	25
Кукуруза (зел. масса)	110	50	50	120	45	-
Картофель	130	55	20	250	125	25
Сахарная свекла	180	70	35	250	60	-
Люцерна (сено)	210	60	85	150	230	40

Среди зернобобовых культур по выносу азота и калия соя уступает лишь фасоли и кормовым бобам, а по выносу фосфора – занимает первое место (табл. 86; Лещенко А.К. 1978).

Таблица 86 – Вынос питательных веществ зерно-бобовыми культурами

Культура	Урожайность, ц/га		Вынос, кг/га			
	семян	соломы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
Соя	18	16	157	65	112	128
Кормовые бобы	24	38	165	48	120	95
Горох	24	36	140	35	72	75
Фасоль	18	16	165	70	137	140
Вика посевная	18	28	116	30	58	75
Люпин желтый	16	28	120	32	75	42
Чечевица	10	13	75	20	25	38

В зависимости от влагообеспеченности растений и наличия питательных веществ в почве с 1 т урожая зерна соя выносит 50–55 кг азота, 15–20 кг – фосфора и 20–25 кг калия.

Характерная особенность сои – неравномерное потребление элементов питания по фазам вегетации растений. В фазе всходов проявляется наибольшая потребность растений сои в фосфоре; в фазе ветвления – в азоте и калии, в бутонизацию – в азоте. Начиная с фазы цветения, возрастает потребность во всех элементах. По интенсивности потребления растениями сои питательных веществ выделяют три периода. От всходов до цветения – первый период, в течение которого она потребляет 5,9–6,8 % азота, 4,6–4,7 % фосфора и 7,6–9,4 % калия от суммарного количества за вегетацию; второй период – от цветения до начала налива семян, –57,9–59,7 % азота, 59,4–64,7 % фосфора, 66,0–70,7 % калия; третий период – от начала налива до конца созревания семян – 33,7–36,3 % азота, 30,6–36,0 % фосфора и 18,9–26,4 % калия. По характеру потребления элементов питания так же выделяют три периода: первый – совпадает с I–IV этапами органогенеза, когда растениям для лучшего развития корней, клубеньков и надземных органов необходимо наличие фосфора, кальция, кобальта и молибдена; второй (V–VIII этапы органогенеза) – требуется больше азота, калия и бора; третий (IX–XII этапы органогенеза) – проявляется максимальная потребность в элементах питания, особенно в азоте, фосфоре, сере, магнии (Кононович А.И., 1980).

Азот. Количество атмосферного азота, фиксируемого соей в течение вегетационного периода, колеблется в пределах 40–180 кг/га. За счет азота фиксированного клубеньковыми бактериями обеспечивается 50–75 % потребности сои в этом элементе. Интенсивность азотфиксации в посевах сои зависит от почвенно-климатических условий, уровня агротехники, а также генетических особенностей сорта сои и штамма клубеньковых бактерий.

У сои максимальное поглощение растениями азота не совпадает с критическим периодом потребности в нем, который охватывает 2–3 недели

до фазы цветения растения и 2 недели после цветения. Недостаток азота в это время ведет к заметному снижению урожая сои и не может компенсироваться внесением азотных удобрений в более поздние фазы ее вегетации.

При недостатке азота листья у сои остаются мелкими и приобретают желто-зеленую окраску; первый тройчатый лист имеет светло-зеленую окраску, равномерную по всему листу, второй – желто-зеленую, неравномерную. При дальнейшем развитии растений в условиях азотного голодания новые только что появившиеся листья также приобретают неравномерную желто-зеленую окраску. Есть и другие более специфичные и в то же время общие для всех растений симптомы азотного голодания: 1) одревеснение стеблей; 2) расположение листьев к стеблю под острым углом; 3) слабое цветение: сокращается количество цветков, и они быстро опадают; 4) плоды мелкие, ненормально окрашенные); 5) ускорение прохождения фенофаз.

Фосфор. Условия фосфорного питания являются важным фактором регулирования развития растений особенно тогда, когда в нем происходит внутренняя подготовка к изменениям в обмене веществ, связанным с переходом к формированию репродуктивных органов. Повышенный уровень фосфора в питании растений в фазу цветения сои ускоряет процесс этого переустройства, что сопровождается более ранним прекращением роста листьев и стеблей и ускорением формирования бобов. Снижение обеспеченности растений сои фосфором в начале фазы цветения, наоборот, несколько замедляет образование репродуктивных органов и обуславливает усиленный рост вегетативных органов. Оптимизация фосфорного питания растений в начале фазы плодообразования приводит к формированию более высокого урожая семян.

Критическим периодом в отношении фосфора у сои является первый месяц ее вегетации. При недостатке этого элемента рост растений замедляется, хотя они остаются зелеными или темно-зелеными. Листья, образующиеся в условиях фосфорного голодания, остаются мелкими, удлиненными, при этом они рано отмирают, становясь полностью бурыми. На примордиальных листьях быстро появляются бурые пятна, отмершей ткани. Если дефицит фосфора не устранен, продолжается побурение и отмирание листьев все выше по растению. При недостатке фосфора особенно сильно страдает репродуктивная функция растений: задерживается наступления фаз бутонизации и цветения, образуются мелкие неполноценные соцветия, опадают цветки. В холодную погоду вероятность фосфорной недостаточности у растений сои возрастает.

Калий. Интенсивность фотосинтеза, биосинтез органических кислот и водоудерживающая способность растений сои в значительной степени определяются наличием калия в почве. Калий координирует азотный, углеводный и фосфорный обмен в растениях. При его недостатке урожай семян сои снижается. Самый общий признак калийного голодания у растений сои – краевой «ожог» («запал») листьев, а также их морщинистость и закручивание. Замедляется рост растений, задерживается наступление очередных фенофаз и созревание семян.

Сера. Показателем недостатка серы для растений сои является задержка образования клубеньков на корнях, преждевременное, слабое цветение и бледно-зеленая окраска листьев.

Кальций. Показатель дефицита кальция у растений сои – появление темных с синевой пятен на краях нижних листьев, их морщинистость, укорочение междоузлий, слабое одревеснение тканей стебля, отмирание верхушечных почек и корней, темно-зеленая окраска бобов, замедленное опадание листьев при созревании.

Магний. Признаки магниевой недостаточности у растений сои – межжилковый хлороз, начиная с нижних листьев, их пожелтение, некроз, сгибание краев, появление на них бронзового, красноватого и фиолетового у краев оттенка, прекращение роста и ускорение созревания.

Железо. Симптомы недостатка железа у растений сои – хлороз между жилками листьев, бледно-зеленая и желтая их окраска без отмирания.

Марганец. Признаки марганцевой недостаточности у растений сои – светло-зеленая или желтая пятнистость между жилками и пожелтение их, появление коричневых пятен на листьях, преждевременное их опадание и морщинистость. Чаще недостаток его проявляется на почвах с нейтральной реакцией и после известкования, а также с высоким содержанием органического вещества и плохо дренированных. При снижении температуры и увеличении количества осадков потребность в марганце усиливается. При недостатке его уменьшается устойчивость к бактериальным гнилям корней.

Молибден. Хлороз между жилками листьев с отмиранием пожелтевших участков, укорочение черешков, побурение листьев – главные признаки недостатка молибдена у растений сои.

Кобальт. Потребность растений в кобальте удовлетворяется при концентрации его в питательном растворе 0,001 мг/л. При концентрации 1 мг/л у растений возникают симптомы токсикоза и тормозится рост. Недостаток кобальта характерен для почв, сформированных на кислых изверженных породах, а также песчаных и болотных.

Бор. Признаки борной недостаточности у растений сои – ломкость черешков листьев, отмирание верхушечных почек, задержка роста стебля и корней, опадание бобов, щуплость семян, утолщение стебля и укорочение междоузлий, разрастание узлов стебля, задержка цветения, уменьшение числа цветков и опадание завязей, хлоротичные пятна с нижней стороны листьев, небольшая их морщинистость, отмирание тканей по краям, замедленное старение.

Цинк. Появление по краям и в середине листьев буро-желтых хлоротичных пятен, задержка образования бобов являются симптомами цинковой недостаточности у растений сои.

Медь. Признаки дефицита меди у растений сои – задержка развития точек роста, появление на листьях желтых и буро-желтых пятен, их хлороз, преждевременное увядание и опадание, слабая озерненность бобов.

Место в севообороте. Соя – культура широкорядного посева, поэтому в полевом севообороте ее чаще размещают в пропашном кли-

ну. Лучшие предшественники сои – хорошо удобренные озимые и яровые зерновые, идущие по чистым и занятым парам, а также пропашные культуры и оборот пласта многолетних трав. Семеноводческие посевы лучше размещать по сидеральному или занятому пару. Нельзя высевать сою повторно и после подсолнечника, т. к. это способствует сильному поражению ее белой гнилью (склеротинией) и бактериозом. Плохими предшественниками также являются сахарная свекла и суданская трава на семена, которые сильно, иссушают почву.

Не следует размещать сою по сое, после многолетних бобовых трав, а также после рапса во избежание заболевания ее гнилями. Чтобы уменьшить повреждения сои от акациевой огневки, посеы размещают на расстоянии не менее 500 м от акациевых лесополос. В полевых зернопропашных севооборотах крупных хозяйств со сложившейся системой 8-10-ти полевых севооборотов можно под сою отводить только одно поле, допускаемая разрыв между ними не менее 4 лет. При короткой ротации соя выдерживает без большого ущерба для урожая 25, 33 и 50 % насыщение севооборотной площади, соответственно занимая 1 поле в 4^x, 3^x и 2^x-полевых севооборотах, что вполне приемлемо для интенсивных крестьянских хозяйств специализирующихся на возделывании этой культуры.

Соя как бобовая культура сама является хорошим предшественником в севообороте. Богатые азотом пожнивные и корневые остатки позволяют получать после сои хорошие урожаи зерновых и пропашных культур.

В европейской части Российской Федерации и странах ближнего зарубежья сою целесообразно размещать в следующих звеньях: черный или занятой пар – озимая пшеница – озимая пшеница – соя; кукуруза на зерно – соя – кукуруза с соей на силос; черный или занятой пар – озимая пшеница – кукуруза – соя; озимая пшеница после непарового предшественника – соя – кукуруза; кукуруза на зерно – картофель – соя; чистый или занятой пар – яровая пшеница – соя – кукуруза; кукуруза – соя – ячмень; кукуруза – соя – кукуруза – ячмень.

В ряде районов Северного Кавказа, где за период вегетации осадков выпадает мало и распределяются они в течение года неравномерно, урожай сои во многом зависит от запасов влаги в почве. Поэтому здесь лучшими предшественниками для неё служат озимые колосовые культуры, которые рано освобождают поле, позволяют провести в летне-осенний послеуборочный период послойные обработки почвы, способствующие накоплению влаги и очищению полей от сорняков. Хорошими предшественниками здесь также являются кукуруза и яровые зерновые, чистые от сорняков. В севооборотах с многолетними травами соя высевается во втором и третьем поле после них.

В Ростовской области лучшие предшественники сои – озимая пшеница, озимая рожь, кукуруза, ячмень, после которых в почве остается больше влаги. К плохим предшественникам здесь относятся суданская трава, подсолнечник, сахарная свекла.

В районах Поволжья в севообороты возможно включение лишь незначительных площадей сои при благоприятном увлажнении

на черноземных почвах, в остальных же районах (правобережная степь и степное Заволжье), где часто повторяется засуха, ее высевают только на орошаемых землях.

Для агроклиматических зон Российской Федерации рекомендуют следующие схемы севооборотов:

Амурская область. 1 – пар чистый или занятой, 2 – пшеница, 3 – соя, 4 – пшеница, 5 – овес, 6 – ячмень, 7 – соя; 1 – ячмень, 2 – однолетние травы, 3 – соя, 4 – пшеница с подсевом клевера, 5 – клеверосидеральный пар, 6 – соя; 1 – пар чистый или занятой, 2 – пшеница, 3 – соя, 4 – пшеница, 5 – овес, 6 – ячмень, 7 – гречиха; 1 – травы, 2 – соя, 3 – пшеница, 4 – кормовые (занятой пар), 5 – соя, 6 – зерновые с подсевом трав; 1 – пшеница с подсевом трав, 2 – многолетние травы, 3 – зерновые, 4 – соя, 5 – зерновые, 6 – соя; 1 – пшеница с подсевом трав, 2 – многолетние травы, 3 – многолетние травы, 4 – зерновые, 5 – соя, 6 – зерновые, 7 – соя, 8 – зерновые, 9 – соя.

Приморский край. 1 – пар занятой (кукуруза с соей на силос), 2 – яровая пшеница, 3 – соя, 4 – ячмень с подсевом клевера, 5 – клеверный сидеральный пар, 6 – яровая пшеница, 7 – ячмень, 8 – соя, 9 – овес; 1 – ячмень с подсевом клевера, 2 – клеверный сидеральный занятой пар, 3 – яровая пшеница, 4 – соя, 5 – ячмень с подсевом клевера.

Хабаровский край. 1 – кукуруза, 2 – пшеница или соя, 3 – соя или пшеница, 4 – ячмень, 5 – соя; 1 – пшеница (ячмень), 2 – соя, 3 – овес, 4 – соя, 5 – овес или однолетние травы на сено; 1 – клевер, 2 – пшеница, 3 – соя, 4 – зерновые или однолетние травы, 5 – соя, 6 – овес (ячмень) с подсевом клевера; 1 – соя или пшеница, 2 – пшеница или соя, 3 – овес или однолетние травы.

В увлажненных районах центральной и южной зон Краснодарского края примерные схемы рекомендованных севооборотов: 1 – занятой пар, 2 – озимая пшеница, 3 – сахарная свекла, или конопля, или кукуруза на зерно, 4 – яровые колосовые, 5 – озимая пшеница, 6 – соя, 7 – кукуруза на силос, 8 – озимая пшеница, 9 – подсолнечник, 10 – озимая пшеница; 1 – занятой пар, 2 – озимая пшеница, 3 – сахарная свекла или клещевина, 4 – яровые колосовые или озимая пшеница, 5 – озимая пшеница, 6 – соя, 7 – кукуруза на силос, 8 – озимая пшеница, 9 – озимая пшеница, 10 – подсолнечник, 11 – озимая пшеница, 12 – озимая пшеница, 13 – конопля или кукуруза на зерно; 1 – кукуруза на силос, 2 – озимая пшеница, 3 – кукуруза на зерно, 4 – соя, 5 – озимая пшеница, 6 – озимый ячмень, 7 – подсолнечник, 8 – озимая пшеница, 9 – кукуруза на зерно, 10 – озимая пшеница; 1 – кукуруза на силос, 2 – озимая пшеница, 3 – сахарная свекла, 4 – озимая пшеница, 5 – озимая пшеница, 6 – соя, 7 – кукуруза на зерно, 8 – кукуруза на зерно, 9 – озимая пшеница, 10 – озимая пшеница, 11 – подсолнечник, 12 – озимый ячмень; 1 – бобово-злаковая смесь на зеленый корм, 2 – озимая пшеница, 3 – сахарная свекла, 4 – кукуруза на силос, 5 – озимая пшеница, 6 – озимая пшеница, 7 – соя, 8 – озимая пшеница, 9 – подсолнечник, 10 – кукуруза на зерно, 11 – озимая пшеница. В зонах неустойчивого и до-

статочного увлажнения Краснодарского края в кормовых севооборотах рекомендуется такая схема: 1 – многолетние травы 3–5 лет с использованием их на выпас, зеленый корм и сено; 2 – овес с викой на зеленый корм и пожнивной посев озимой пшеницы на зеленый корм; 3 – озимая пшеница на зеленый корм и суданская трава на выпас; 4 – кукуруза и соя на выпас; 5 – соя и кукуруза на зеленый корм; 6 – кормовые корнеплоды и бахчевые; 7 – три четверти поля кукурузы в смеси с соей на силос и четверть поля овса и подсолнечника на силос.

Удобрение. Система удобрения сои включает основное, припосевное и подкормки, обеспечивающие потребность растений в элементах питания в течение вегетации, особенно в наиболее важные для формирования урожая периоды. Решающее значение имеет основное внесение минеральных удобрений в сочетании с органическими, известью и микроэлементами. В период вегетации сои, учитывая изменения пищевого режима почвы, интенсивность развития растений и потребность их в дополнительном питании, проводят корневые и некорневые подкормки посевов.

Наиболее эффективно внесение под сою 30–40 т/га навоза под предшествующую культуру или в паровое поле 1–2 раза за ротацию севооборота. При внесении минеральных удобрений необходимо учитывать ее биологические особенности и прежде всего способность как бобовой культуры использовать азот воздуха.

Азотные удобрения следует применять под сою тогда, когда растения в большей степени нуждаются в них, когда не обеспечиваются потребности растений в азоте за счет почвенных запасов и биологического симбиоза с клубеньковыми азотфиксирующими бактериями. В случаях отсутствия условий для активной жизнедеятельности клубеньковых бактерий (пересыхание почвы, высокая кислотность, недостаток тепла, переуплотнение) эффективность азотных удобрений возрастает и их внесение необходимо.

Очень важно применять азотные удобрения в оптимальные сроки. Их следует вносить в два приема: 50 % в фазе всходов, когда формируются вегетативные органы, и 50 % – в период бобообразования, когда потребность в азоте у растений максимальная, а фиксация атмосферного азота практически прекращается и исчерпываются его почвенные запасы. Если применяется инокуляция, то дозы азотных удобрений снижают на 30–50 %. Внесение азотных и комплексных удобрений весной под культивацию или при посеве (аммофоска, динитроаммофос) позволяет получить растения с более длинными нижними междоузлиями, что способствует увеличению высоты прикрепления нижних бобов на 2–4 см и уменьшению потерь зерна при уборке. При корневых подкормках удобрения вносят до смыкания рядков сои культиваторами-растениепитателями в междурядья на глубину 8–12 см.

Фосфорные удобрения вносят осенью под основную обработку. Калийные удобрения применяют только на почвах с содержанием обменного калия менее 150 мг/кг.

Минеральные удобрения в зависимости от уровня плодородия почвы и условий зоны применяют в нормах $N_{30-40}P_{60-90}K_{40-60}$. В Амурской области при возделывания сои рекомендуется вносить азотные и фосфорные

удобрения на подзолисто-бурых лесных и лугово-бурых оподзоленных почвах в дозе $N_{30}P_{60-90}$; на лугово-черноземовидных – $N_{30}P_{60-90}$; на пойменных аллювиальных, бурых лесных, луговых глеевых – $N_{30}P_{60-90}$. В Хабаровском крае лучшие результаты получают при выращивании сои на бурых подзолистых почвах, на которых необходимо вносить $N_{30-40}P_{60-90}K_{30-45}$; в Приморском крае – на буро-подзолистых, лугово-бурых оподзоленных и луговых глеевых почвенных разностях рекомендуется вносить $N_{30-60}P_{60-90}K_{30-45}$. В Европейской части Российской Федерации при выращивании сои под основную обработку почвы вносят $N_{40-60}P_{60}$.

На выщелоченных и карбонатных черноземах Краснодарского края рекомендуется вносить осенью под зяблевую вспашку фосфорные удобрения по 40–60 кг/га д.в. при среднем содержании P_2O_5 в почве и по 80–90 кг/га – при низком. Азотные удобрения по 20–30 кг/га вносятся локально в рядки при посеве. На высокоплодородных почвах достаточно применение только ризоторфина.

При расчете норм азотных удобрений под сою необходимо учесть, что до 70–80 кг/га азота она получает от клубеньковых бактерий (при инокуляции), поэтому учитывается 1/3 часть выноса элемента единицей продукции, т. е. 20–30 кг/т, в среднем – 26 кг/т. Эти данные учитывают при составлении нормативов затрат удобрений. При расчете норм внесения под сою фосфорных и калийных удобрений учитывают содержание подвижных форм фосфора и калия в почве (табл. 87).

Таблица 87 – Дозы внесения удобрений под сою, кг д.в./га

Содержание фосфора и калия в почве, мг/кг (по Чирикову)			Фосфорные			Калийные		
группа	P_2O_5	K_2O	основное	рядковое	подкормка	основное	рядковое	подкормка
Очень низкое	<20	<20	60–90	40	40	40–60	30	30
Низкое	21–50	21–40	40–60	30	30	30–40	20	20
Среднее	51–100	41–80	30–40	20	20	20–30	10	10
Повышенное	101–150	81–120	Удобрения вносить не требуется					
Высокое	151–200	121–180	Удобрения вносить не требуется					
Очень высокое	>200	>180	Удобрения вносить не требуется					

Применение фосфорных удобрений под эту культуру эффективно на всех почвах с низким и средним содержанием P_2O_5 . На большинстве типов черноземов, богатых валовым калием, соя не отзывается на внесение калийных удобрений.

Эффективность удобрений на посевах сои в значительной мере зависит от сбалансированности их по всем необходимым элементам питания. Наряду с азотом, фосфором и калием для нормального роста и развития растений важны сера, кальций, магний, микроэлементы.

Внесение серых удобрений из расчета S_{10-20} положительно влияет на образование клубеньков, количество и качество урожая сои. Для устранения недостатка железа рекомендуется опрыскивать растения или обрабатывать семена сернокислым железом или хелатными его соединениями.

Из микроудобрений соя наиболее высоко отзывается на молибденовые. Их вносят в почву из расчета 1 кг д.в. на 1 га. Но наиболее эффективные способы – предпосевная обработка семян и некорневая подкормка растений. Расход микроэлемента при обработке семян составляет 25–50 г/т, при некорневой подкормке растений – 100-150 г/га. Обработку семян проводят перед посевом, а некорневую подкормку посевов – в период бутонизации–цветения.

Борные удобрения эффективны на почвах легкого гранулометрического состава и в тех случаях, когда проводят известкование. Их вносят вместе с основным удобрением из расчета 1–2 кг/га

Медные удобрения целесообразно вносить на торфяных почвах, а также на карбонатных черноземах с высоким содержанием кальция и песчаных почвах.

Недостаток кобальта характерен для песчаных и болотных почв с повышенной кислотностью. На слабовыщелоченных черноземах и каштановых почвах с нейтральной реакцией почвенного раствора отмечен недостаток марганца.

Некорневую подкормку растений сои микроэлементами проводят путем опрыскивания в периоды максимального развития вегетативной массы, в начале цветения и плодообразования. Примерные концентрации растворов следующие: борная кислота – 0,03–0,05 %; сернокислый цинк – 0,03–0,05; марганцовокислый калий – 0,06–0,1; сернокислая медь – 0,02–0,05 %. Расход раствора – 75–150 л/га. Для предпосевной обработки семян используют 0,1 % водные растворы этих микроэлементов. Норма расхода рабочего раствора 10 л/т.

При выращивании на кислых почвах соя очень хорошо реагирует на их известкование. Учитывая эффективности этого приема и наличие извести, в первую очередь известкуют почвы с рН менее 4,5, затем – с рН 4,6–5,0 и 5,1–5,5. Нормы углекислой извести зависят от кислотности и гранулометрического состава почвы (табл. 88).

Известь вносят осенью под зяблевую вспашку. На переувлажненных почвах ее целесообразно применять в 2–3 приема в течение 4–6 лет.

Инокуляция семян. Обязательным элементом технологии возделывания сои является предпосевная инокуляция семян препаратами клубеньковых бактерий. К ним относятся нитрагин и ризоторфин, при правильном применении которых можно значительно повысить урожай семян сои.

Таблица 88 – Норма извести в зависимости от кислотности и гранулометрического состава почвы, т/га

Почва	Сильнокислые		Среднекислые		Слабокислые	
	рН 4,5 и <	рН 4,6	рН 4,8	рН 5,0	рН 5,2	рН 5,4
Супесчаная и легкосуглинистая	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
Среднесуглинистая	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистая	8,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Промышленные препараты нитрагина могут быть жидкими, сухими, агаровыми, почвенными и торфяными. В нашей стране изготавливается два вида нитрагина – сухой (ризобин) и торфяной (ризоторфин). Наиболее широкое применение получил ризоторфин. При хорошем качестве в 1 г препарата содержится около 5 млрд. клеток бактерий. Ризоторфин расфасован, как правило, в герметические полиэтиленовые пакеты. Срок годности препарата – 6–9 месяцев. Хранить его следует при температуре не выше +15°C в темном и сухом помещении, отдельно от ядохимикатов. Препарат не токсичен.

Основной способ применения ризоторфина – предпосевная обработка семян. Расход препарата – 300-400 г на гектарную норму семян. Пакеты вскрывают непосредственно перед применением. Семена обрабатывают в день посева в складе или под навесом во избежание воздействия прямых солнечных лучей. В расчете на 1 т семян используют 2,5–3,0 кг ризоторфина, разведенного в 10 л чистой воды. С целью лучшего прилипания ризоторфина к семенам при подготовке раствора препарата можно вместо воды использовать неразбавленный обрат. Не давая суспензии отстояться, наносят ее на семена и тщательно перемешивают семенную массу для равномерного распределения препарата.

В настоящее время основным методом инокуляции является предпосевное инкрустирование семян, при котором ризоторфин применяется в сочетании со специальным прилипателем, стимуляторами роста растений и микроэлементами (КПИС – комплекс препаратов для инкрустирования семян). Инкрустирование позволяет почти вдвое повысить эффективность инокуляции за счёт активизации симбиотрофного процесса и стимулирования ростовых процессов растений. Применение КПИС повышает технологичность этой операции, так как позволяет проводить обработку крупных партий семян с сохранением жизнеспособности бактерий на них до 7-10 дней. Обработку семян можно проводить вручную или механизировано. При ручном способе семена рассыпают на асфальтовой площадке, брезенте или полиэтиленовой пленке, затем с помощью ранцевого опрыскивателя наносят необходимое количество приготовленного препарата, тщательно перемешивают, подсушивают и вывозят в поле для посева. Механизированную обработку семян бактериальными препаратами проводят двумя способами. Первый – с использованием шнекового погрузчика и ленточного транспортера. Для этого в начале транспортера устанавливают емкость с раствором препарата, из которой при помощи лейки обрабатывают семена на транспортере. Раствор ризоторфина в емкости необходимо периодически перемешивать во избежание образования осадка. Второй – с использованием машины для протравливания семян по технологии обработки семян протравливателем. Перед работой необходимо тщательно очистить машину от ядохимикатов, промыть и обезвредить согласно санитарным правилам.

Необходимым условием активной жизнедеятельности клубеньковых бактерий является оптимальное увлажнение (без периодов иссушения) и рыхлость почвы, наличие кислорода и оптимального уровня питания. На Северном Кавказе рекомендуется применять следующие

щие штаммы: 6346 (эталонный штамм), 645, 654 и другие, выпускаемые в жидком виде или в виде порошка торфа – ризоторфина.

Очень важно следить, чтобы инокулированные семена сои были высеяны до того, как их семенная оболочка подсохнет, так как на влажной оболочке удерживается до 83 % инокулята, а на сухой – лишь 8 %. Соблюдение технологии применения ризоторфина гарантирует выживание клубеньковых бактерий в почве, колонизацию ими корневой системы и формирование симбиотического сообщества.

Фасоль

Фасоль (*Phaseolus L.*) – род однолетних и многолетних растений семейства бобовых. Известно более 150 видов, из них культурных – около 20. В Российской Федерации возделывается 2 вида: фасоль обыкновенная (*Ph. vulgaris L.*) и маш, или золотистая фасоль (*Ph. augeus Rozb.*). На небольших площадях высевают лимскую (*Ph. lunatus L.*) и многоцветковую (*Ph. coccineus*) фасоль.

Распространение. Фасоль широко распространена в Центральной и Южной Америке, тропической Африке и Юго-Восточной Азии. Наибольшие площади её сосредоточены в Индии, Бразилии, Мексике, Китае и США. Из европейских стран самые большие площади фасоли находятся в Румынии и Португалии. В Российской Федерации основные посевы этой культуры сосредоточены в Центрально-Черноземной зоне, в южных областях Нечерноземной полосы (Тульская и Орловская области), на Северном Кавказе, особенно в республиках Дагестан, Северная Осетия-Алания и Кабардино-Балкарской республике. На небольших площадях выращивается в Западной Сибири и на Дальнем Востоке.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Фасоль предъявляет более высокие требования к почвам, чем другие зернобобовые культуры. В южных районах Российской Федерации хорошо удается на черноземных и наносных аллювиальных почвах в поймах рек. В Нечерноземной полосе под эту культуру отводят хорошо прогреваемые супесчаные и суглинистые почвы. При этом, чем севернее расположен район возделывания культуры, тем больше для нее подходят легкие по гранулометрическому составу почвы.

Фасоль не реагирует на карбонатность почв. При условии обеспеченности элементами питания, хорошо растет на коричневых и серо-коричневых, бурых и желто-бурых лесных почвах, красноземах и желтоземах даже легкого гранулометрического состава. Благоприятны для фасоли суглинистые почвы всех типов и оструктуренные тяжелосуглинистые и легко-глинистые сероземы. Слитость и солонцеватость переносит так же плохо, как засоление и заболачивание. Сырые и тяжелые почвы не пригодны для выращивания фасоли. На холодных, глинистых, с близким залеганием грунтовых вод почвах она дает низкие урожаи.

Посевы фасоли можно размещать на пониженных элементах рельефа после осушения. Однако на плохо дренированных, сырых почвах растения фасоли желтеют, плохо плодоносят. На сухих песчаных, каменистых и сырых торфяных почвах фасоль сильно снижает

урожай. При этом на окультуренных торфяниках может хорошо расти и формировать высокие урожаи. Фасоль мирится с небольшой кислотностью, но более высокие урожаи дает на нейтральных и слабощелочных почвах (табл. 89; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 89 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для фасоли

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–3	3–8	–
pH водной суспензии	6,0–6,5	6,5–7,5	7,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	<3	3–5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	<0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–3	3–5

Оптимальная величина pH почвенного раствора для фасоли находится в пределах от 6,5 до 7,5. На сильно кислых почвах она не дает высокого урожая. На таких почвах задерживается развитие клубеньковых бактерий и снижается эффективность нитрагина. Особенно нежелательно размещение посевов фасоли на кислых почвах в северных районах возделывания. Однако при хорошей культуре земледелия, достаточном внесении органических и минеральных удобрений фасоль дает высокие урожаи и на почвах с pH от 5,5 до 6,0.

Фасоль среди всех зернобобовых культур наиболее требовательна к плодородию почвы. Это объясняется тем, что около 90–95 % потребляемых растениями питательных веществ поглощается из почвы в очень короткий период, примерно за 60–70 дней, считая от фазы всходов. От всходов до первого настоящего листа фасоль потребляет только 7,4 % азота, 3,9 – фосфора и 5,2 % калия. К фазе цветения растения фасоли потребляют до 50,7 % азота, 40 – фосфора и только 37,2 % калия. В межфазный период от цветения до полного налива зерна растения потребляют 49,3 % азота и около 60 % фосфора и калия.

Для формирования 1 т зерна и соответствующего количества вегетативной массы растениям фасоли необходимо 52,2–58,0 кг азота, 14,1–14,4 кг фосфора и 46,7–54,3 кг калия. Азот и фосфор накапливаются в основном в зерне, калий, кальций и магний в вегетативных органах. Содержание калия в надземной вегетативной массе в фазе созревания составляет 3,83–4,23 %, кальция – 0,86–0,90 % и магния – 0,67–0,74 %, что соответственно в 2,1–2,2 раза 5–6 и 2,4–2,8 раза больше, чем в зерне (Минюк П.М., 1991).

Место в севообороте. При выборе предшественника для фасоли надо учитывать агроклиматические условия района и в каждом конкретном случае исходить из наиболее рационального использования почвенного плодородия с целью получения высоких урожаев. Отдавая предпочтение тому или иному предшественнику необходимо учитывать следующее:

1) возвращать фасоль на прежнее место рекомендуется не раньше, чем через 4–5 лет, что позволит избежать поражения посевов грибными болезнями;

2) не допускать размещения посевов фасоли рядом с многолетними бобовыми культурами, которые имеют с ней общих вредителей;

3) подбирать поля максимально чистые от сорняков.

Фасоль – культура широкорядного посева, поэтому в полевом севообороте ее размещают в пропашном клину. Лучшие предшественники – пласт многолетних трав, озимые культуры, идущие по чистому унавоженному пару, яровые зерновые и озимые после занятых паров, пропашные культуры. Практикуется посев фасоли и в междурядьях молодого сада. В овощном севообороте лучшими предшественниками для фасоли считаются картофель, томаты, корнеплоды. С подсолнечником у фасоли общая болезнь – склеротиния, поэтому после подсолнечника ее высевать не следует.

Фасоль при правильной и своевременной обработке почвы под нее очищает поля от сорняков, обогащает почву азотистыми веществами и является хорошим предшественником для других культур. Урожай зерновых после фасоли повышается на 20–30 % в сравнении с непаровым предшественником.

Удобрение. В отличие от других зернобобовых культур под фасоль можно вносить, наряду с минеральными, и органические удобрения, т. к. она хорошо отзывается даже на небольшие их дозы. Особенно хорошо действуют органические удобрения в Нечерноземной полосе. Высокие урожаи фасоли здесь можно получить только при внесении органических и минеральных удобрений. Особенно большую прибавку урожая дает навоз, внесенный непосредственно под фасоль. Действие его усиливается подщелачиванием почвы, что улучшает условия для развития клубеньковых бактерий, а также для роста и развития самой фасоли, так как ее всходы, проростки и взрослые растения плохо переносят кислую реакцию почвенного раствора.

Навоз рекомендуют вносить на черноземных почвах по 15–20 т, на дерново-подзолистых и серых лесных почвах по 25–30 т/га. Хорошо отзывается фасоль на внесение навозно–фосфоритных компостов, а также куриного помета.

Среди других зернобобовых культур наряду с кормовыми бобами фасоль отличается повышенной отзывчивостью на внесение полного минерального удобрения. Внесение азотных удобрений под фасоль на дерново-подзолистых почвах значительно повышает урожай зерна. Особенно эффективно действует азот, внесенный в небольших дозах при весенней обработке почвы. Молодые растения фасоли испытывают азотное голодание, т. к. запасы азотистых веществ семени уже израсходованы, а клубеньковые бактерии еще не начали фиксацию азота из воздуха и живут за счет растений фасоли. Азотные удобрения применяются в количестве 30–60 кг/га. На черноземных почвах их внесение малоэффективно.

Фосфорные и калийные удобрения под фасоль вносят в зависимости от типа почв из расчета 45–60 кг, а на мало плодородных подзолистых почвах и торфяниках – 90–120 кг/га д.в. каждого элемента. Вно-

сят удобрения обычно осенью под зяблевую вспашку. Фасоль отзывчива на подкормки. Хорошие результаты дает подкормка суперфосфатом на черноземных почвах до появления бутонов в дозе P_{20-30} . На подзолистых почвах эффективны фосфорно-калийные подкормки: первая – через 14–20 дней после всходов, вторая – в начале цветения из расчета $P_{30-40}K_{30-40}$.

Фасоль весьма чувствительна к формам минеральных удобрений. Как ни у одной другой зерновой бобовой культуры урожай ее резко повышается при замене порошковидного суперфосфата гранулированным. При возделывании на сравнительно бедных обменным калием почвах она особенно хорошо отзывается на калийные удобрения, не содержащие хлора. На высокоплодородных черноземах калийные удобрения мало эффективны.

Для нормального роста и развития растений фасоли необходимы молибден, бор, марганец, кобальт, цинк и медь. Особое значение имеют молибден и кобальт, которые содержатся не только в семенах, но и в клубеньках бобовых растений. Лучший способ применения этих микроэлементов – предпосевная обработка семян. Норма расхода – 50 г/т. Высокоэффективна и некорневая подкормка посевов молибденом и кобальтом в фазе бутонизации. Оптимальная доза 100 г/га д.в.

Хорошо действуют также гранулированный молибденизированный суперфосфат и обогащенные кобальтом удобрения при их предпосевном внесении в почву. Борные удобрения применяют на дерново-подзолистых и особенно на известкованных почвах Нечерноземной полосы, а также на почвах с пониженным содержанием усвояемых форм бора. Вносят их в количестве 0,4–0,5 кг/га д.в. Марганцевые удобрения применяют на карбонатных черноземных и солонцеватых почвах. Марганец ускоряет прорастание семян и способствует лучшему росту. На низинных торфяниках эффективны медные удобрения. Их вносят один раз в 4–5 лет из расчета 2–4 кг/га д.в. Потребность в цинковых удобрениях возникает у растений на карбонатных и легких по гранулометрическому составу почвах. На этих почвах применяют водные растворы сульфата цинка для некорневой подкормки растений и предпосевной обработки семян. Доза цинка для некорневой подкормки растений – 100 г/га, д.в., а для предпосевной обработки семян – 500 г действующего вещества на 1 т семян.

Растения фасоли положительно реагируют на нейтрализацию даже слабокислой реакции почвенного раствора, поэтому кислые почвы перед посевом этой культуры следует известковать. На кислых супесчаных почвах рекомендуется вносить 2,5–3,5 т/га извести, на суглинистых 4–5 т/га.

Чечевица

Чечевица (*Ervum L.*) – род травянистых растений семейства Бобовые. Род объединяет 5 видов, из них 4 – дикорастущих. В культуре 1 вид: чечевица обыкновенная (*E. lens L.*).

Распространение Основной регион возделывания чечевицы – Азия. Культивируется она также на небольших площадях в Европе, Северной Африке и Латинской Америке. Чечевица распространена в России, Чехии, Румынии, Испании, Турции, Индии, Китае, Пакистане, Алжире, Тунисе, Сирии, Чили.

Требования к почве. Хорошие урожаи чечевица дает на рыхлых суглинистых и супесчаных богатых кальцием почвах. Песчаные почвы, а также кислые и солонцеватые непригодны для ее выращивания. По сравнению с другими зерновыми бобовыми культурами, чечевица предъявляет повышенные требования к плодородию почвы.

Место в севообороте. Из-за небольшой высоты и медленного роста растений в начале вегетации чечевицу необходимо размещать на чистых от сорняков полях. В связи с этим, лучшими предшественниками для нее являются пропашные культуры или и озимые зерновые. Нельзя возвращать на одно и то же место ранее 5-6 лет во избежание размножения нематоды. Чечевица – хороший предшественник для яровых и озимых зерновых культур.

Удобрение. При возделывании чечевицы на зерно навоз вносят в норме 30–35 т/га под предшествующие культуры, а если на корм – непосредственно под нее.

В зонах недостаточного увлажнения минеральные удобрения, внесенные непосредственно под чечевицу, малоэффективны. Фосфорно-калийные удобрения из расчета $P_{45}K_{45}$ лучше применять под предшествующую культуру. Если чечевицу размещают по унавоженному предшественнику, азот вообще исключают из системы удобрения. На юге Нечерноземной зоны и севере Центральной черноземной зоны, где годовая сумма осадков достигает 450-500 мм, эффективность минеральных удобрений значительно выше. В этих районах под посевы чечевицы осенью под зябь следует вносить фосфорно-калийные удобрения по 30-45 кг/га действующего вещества и весной в рядки при посеве гранулированный суперфосфат в норме P_{10-15} . На легких почвах дозу калийных удобрений увеличивают. Очень хорошим удобрением для чечевицы является зола. Ее вносят из расчета 0,6–0,8 т/га.

На кислых почвах чечевица развивается плохо, растения растут медленно, азотфиксирующая способность клубеньковых бактерий ослабевает. При ее размещении на таких почвах следует проводить известкование. Известь лучше вносить под предшествующую культуру.

Чина

Чина (*Lathyrus L.*) – род однолетних и многолетних травянистых растений семейства бобовых. В Российской Федерации встречается около 50 видов. Из однолетних видов здесь возделывают чину посевную (*L. sativus L.*), чину нутовую (*L. cicera L.*), чину танжерскую (*L. tangitans L.*), из многолетних – чину луговую (*L. pratensis L.*).

Распространение. Чину издавна выращивают в Юго-Восточной Азии и Северной Африке. Культура ее распространена в Индии, Алжире, Египте, Сирии, Ливане, Украине, Таджикистане, Португалии, Испании, Италии, Азербайджане. В России чину сеют в Татарстане, Башкортостане, Челябинской области, Поволжье и на Северном Кавказе.

Ареал чины посевной, ввиду ее большой биологической пластичности, может быть очень широк. Северная граница возделывания

чины на зерно в Российской Федерации и странах ближнего зарубежья проходит из Молдавии на Шепетовку, Житомир, обходит с юга Киев, идет на Нежин, Севск, Тулу, Венев и дальше по правому берегу рек Оки и Волги и левому берегу рек Камы и Белой до предгорий Урала, затем направляется к северу на Белорецк, Кыштым и дальше на Шадринск, Ишим, Барабинск, Новосибирск до предгорий Алтая. Возделывание чины на зеленый корм может идти гораздо севернее границы возделывания ее на семена. Так, например, в Ленинградской области чина дает высокие урожаи зеленой массы на корм, а в Московской области в некоторые годы можно, кроме зеленой массы чины, собрать и ее семена.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. В сравнении с другими зернобобовыми растениями чина, за исключением люпина, менее требовательна к почве. Она дает хорошие урожаи на супесчаных и суглинистых почвах; удается на каштановых, частично засоленных почвах. Наиболее высокие урожаи она дает на черноземах. Плохо растет на тяжелых по гранулометрическому составу влажных и бедных песчаных почвах. Не выносит чина заболоченных почв и солончаков. Чина требует нейтральной или слабощелочной реакции почвенного раствора. Плохо удается она на участках с близким стоянием грунтовых вод. При посеве на вновь распаханых землях у растений формируется мощная надземная масса, что ведет к медленному созреванию.

Место в севообороте. На зерно чину лучше размещать после озимых и пропашных культур. На Северном Кавказе ее можно выращивать в занятом пару. В связи с тем, что чина обогащает почву азотом, ее целесообразно размещать между колосовыми культурами, чтобы использовать благоприятное последствие.

При посеве чины на зеленый корм, силос и сенаж в кормовых севооборотах ей отводят поле после однолетних трав, силосных культур, а также занятые пары. Чину можно сеять на одном месте два года подряд, что не особенно отражается на ее урожайности.

Примерная схема севооборота: 1-2 – многолетние травы, 3 – яровая пшеница, 4 – яровые зерновые, 5 – пар, 6 – озимые, 7 – чина и другие зернобобовые культуры, 8 – овес, ячмень с подсевом трав.

Удобрение. Чина хорошо отзывается на удобрения. Под нее вносят полное минеральное удобрение из расчета $N_{45}P_{45}K_{45}$. Наибольший эффект дают фосфорные и калийные. Удобрения, кроме припосевного внесения гранулированного суперфосфата (P_{10-15}) в междурядья, применяют осенью под зябь. Весеннее внесение минеральных удобрений резко снижает их эффективность.

Навоз непосредственно под чину вносить не рекомендуется, особенно при возделывании на зерно, т. к. в этом случае растения формируют большую вегетативную массу, полегают и образуют мало бобов. Положительное влияние на урожай чины оказывает известкование почвы.

Обязательным приемом в технологии выращивания чины является применение микроудобрений (молибденовых, кобальтовых, борных), а также нитригинизация, резко повышающая азотфиксирующую способность растений и эффективность использования минеральных удобрений.

3.4. Масличные культуры

Масличные культуры – группа растений, возделываемых для получения жирных масел. Из этой группы в Российской Федерации наиболее распространены подсолнечник, клещевина и арахис. В последние годы расширяются посевы рапса и горчицы. На небольших площадях высевают ляллеманцию, кунжут, сафлор, рыжик, периллу и мак. Растительное масло, полученное из семян масличных культур, используют в пищу, для изготовления маргарина и консервов. Применяют его в кондитерской и хлебопекарной промышленности, а также для технических целей – в лакокрасочной, мыловаренной, текстильной, кожевенной, парфюмерной и других отраслях промышленности.

Отходы от переработки масличных семян большинства культур – шрот и жмых – являются ценным концентрированным белковым кормом для животных. Многие масличные культуры возделывают на зеленый корм и силос. Являясь в большинстве случаев пропашными культурами, они способствуют очищению полей от сорняков и служат хорошими предшественниками для многих полевых культур. Стебли некоторых масличных растений дают волокно, которое используется для изготовления грубых тканей, идут на корм скоту, применяются в качестве топлива. Большинство масличных культур являются хорошими медоносами.

Арахис

Распространение. Посевная площадь под арахисом в мире составляет свыше 15 млн. га, валовой сбор плодов – 13,7 млн. т, средняя урожайность – 9 ц/га. Среди масличных культур он занимает по производству семян второе место в мире.

Распространен арахис как в северном, так и южном полушариях земли. Северная граница арахиса начинается у Тропика Рака в Мексике, затем поднимается к юго-восточному побережью США почти до 35° с.ш. Переходя в Западную Европу, ареал этой культуры охватывает северное побережье Средиземного моря, в Российской Федерации северная граница арахиса поднимается до 48° с.ш. на Нижней Волге, далее опускается через Среднюю Азию к Гималаям, к нижней половине течения р. Хуанхэ и вновь поднимается до Северо-Восточного Китая. Южная граница ареала арахиса идет от Ла-Платы к Оранжевой реке в Африке и затем к устью Муррея в Австралии. Основная масса посевов арахиса сосредоточена на побережье Мексиканского залива США, в тропической Западной Африке, Китае и Индии. В нашей стране арахис возделывают на небольших площадях в Краснодарском крае.

Требования к почвам и особенности минерального питания растений. К почвенному плодородию арахис умеренно требователен и лучше растет на хорошо гумусированных почвах легкого гранулометрического состава. Это супесчаные и суглинистые почвы, руброземы и черноземы, коричневые почвы субтропиков, ферраллитные красно-коричневые и красно-бурые почвы тропических саванн. При выращивании на легких по гранулометрическому составу почвах на корнях

арахиса образуются колонии клубеньковых бактерий, поэтому арахис считается культурой, повышающей плодородие почв. На тяжелых почвах урожайность его снижается. Высокие урожаи арахиса на тяжелых почвах возможно получить лишь при условии тщательного их разрыхления и дренирования. На тяжелых почвах, например на выщелоченных черноземах Предкавказья, клубеньковые бактерии не развиваются. Весьма требователен арахис к рыхлости пахотного слоя, поэтому все почвы, склонные к образованию корки, неблагоприятны для этой культуры. Это и тяжелосуглинистые и глинистые черноземы с сильно разрушенной структурой пахотного слоя, солонцеватые и заболоченные почвы. На почвах с высоким содержанием карбонатов арахис страдает хлорозом, непригодны для него сильнокислые почвы. Оптимальная реакция почвенного раствора для роста и развития растений арахиса находится в интервале $\text{pH} = 6,5-8,0$ (табл. 90; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 90 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для арахиса

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1,0–2,5	2,5–5,0	
pH водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,0	8,0–8,7
Плотность, г/см ³	1,0–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–25	25–60	60–80
Обменный Na, % от ЕКО	0,1–0,2	3–5	5–8
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %		0,2–0,5	0,5–0,8
Содержание CaCO ₃ , %		0–5	5–10

На сухих каштановых и серо-коричневых почвах не рекомендуется выращивать арахис без орошения, так как он требует повышенной влажности, особенно в период от фазы цветения и до конца образования плодов, однако в конце вегетации легко переносит засуху.

Арахис требователен к элементам питания. При урожае 15 ц бобов и 30 ц вегетативной массы с 1 га он выносит из почвы азота 107 кг и калия 57 кг.

Место в севообороте. Бессменное возделывание арахиса, как правило, ведет к снижению урожайности. На второй год культивирования она уменьшается на 1-2, третий – 5-6 ц/га. Это обусловлено усилением заболевания растений церкоспорозом, а также односторонним истощением почвы. Поэтому при бессменном возделывании необходимо использовать сидеральные посевы: арахис – сидеральная культура (вигна) – арахис. Однако в любом случае арахис нельзя возделывать на одном месте более двух лет. В севообороте арахис размещают после озимой пшеницы, кукурузы, клеверины, кунжута. Не рекомендуют сеять его после табака и сои, так как после этих культур поля заражаются нематодами. Сам арахис является хорошим предшественником для многих полевых культур.

Удобрение. Арахис принадлежит к числу азотонакопителей. При благоприятных условиях после него в почве остается до 100 кг/га

азота. Однако до образования клубеньков на корнях растений арахис нередко испытывает азотное голодание. Поэтому внесение азотных удобрений из расчета N_{15-25} весьма эффективно. Их вносят во время образования двух настоящих листьев – примерно через две недели после посева. В районах средних широт норму удобрения увеличивают N_{60} . Кустовые сорта по сравнению со стелющимися более отзывчивы на внесение азотного удобрения. Весьма эффективно заражение семян арахиса перед посевом бактериальной культурой ризобий (*Rhizobium*). Высокий эффект дает внесение 20–30 т/га навоза совместно с фосфорными или фосфорно-калийными удобрениями ($P_{40}K_{30}$), а также полное минеральное удобрение – $N_{40}P_{60}K_{40}$. Калийные удобрения вносят только на почвах с низким содержанием обменного калия. На черноземах они малоэффективны. Хорошие результаты дает внесение небольших доз гранулированного суперфосфата при посеве (P_{10}) и азотно-фосфорных удобрений в начале плодообразования. На поливных землях применяют подкормку арахиса перед цветением ($N_{40}P_{30}$) и в период массового плодообразования ($N_{60}P_{30}$), которую назначают по результатам листовой диагностики.

Азотную подкормку назначают при содержании азота в листьях менее 4 % сухой массы. Критический уровень содержания в листьях фосфора – 0,21–0,22 %. Однако если азота в листьях содержится менее 3 %, то критический уровень фосфора снижается до 0,17 %. Фосфорные удобрения обеспечивают устойчивую прибавку урожайности при содержании азота в листьях более 4 %. Критический уровень K_2O в листьях – менее 1 %.

Горчица

Распространение. Основные посевы горчицы сосредоточены в Индии, Китае, России, Голландии, Аравии, Германии, Франции, Иране, Швеции, Дании, США, Англии, Египте. В нашей стране возделывают два вида горчицы: сизую, или сарептскую, и белую. Более распространена горчица сизая. Горчица сарептская распространена в районах Поволжья, (Волгоградская, Саратовская области), Северного Кавказа, (Ростовская область, Ставропольский край), Урала, Западной Сибири. Горчица белая – в районах Нечерноземной зоны. Горчица белая занимает небольшие посевные площади для кормового использования.

Отношения к почвам и особенности минерального питания растений. Наиболее высокие урожаи семян получают при посеве горчицы сарептской на черноземах. Хорошо удается она и на каштановых почвах. Малопригодны для нее тяжелые, заплывающие и засоленные почвы. Горчица белая менее требовательна к почвам, чем горчица сизая. Может произрастать на подзолистых почвах, так как имеет корневую систему с высокой усваивающей способностью, но благоприятны для нее суглинистые и супесчаные черноземы. В отношении требований к свойствам почвы также нужно отметить известную приспособляемость горчицы, которая, однако, ограничена двумя факторами. Первый из них – это наличие достаточного количества кальция в поч-

ве, к которой горчица весьма требовательна. Поэтому для ее посевов не пригодны песчаные и глинистые почвы с резко выраженной кислой реакцией. Второй – это требования белой горчицы к влажности почвы. На избыточное увлажнение и чрезмерную сухость культура отзывается низкими урожаями. Она хорошо удаётся как на легких суглинках, так и на хорошо разложившихся низинных торфяниках и аллювиальных почвах с подпочвой из богатых известью ракушечников. Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений горчицы создаются при pH=7,0-8,5 (табл. 91; Вальков В.Ф. и др., 2003).

Таблица 91 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума почвенных характеристик для горчицы

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1,0–2,5	2,5–5,0	
pH водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,5	8,5–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–25	25–60	60–80
Обменный Na % от ЕКО		3–6	6–10
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засоле	0,1–0,2	0,2–0,5	0,5–0,8
Содержание CaCO ₃ , %		0–5	5–10

На образование 1 т семян горчица выносит из почвы 70–75 кг – азота, 25–30 – фосфора и 50–60 кг калия. Благодаря высокой физиологической активности корневой системы горчицы способны усваивать фосфор и калий из труднорастворимых соединений почвы. Наибольшие их количества растения потребляют до фазы цветения: 75–85 % азота, 45–55 – фосфора и 70–80 % калия.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками горчицы в севообороте является озимые и яровые зерновые культуры, а также пропашные культуры, чистые от сорняков. Хороший предшественник – зернобобовые культуры. Посевы горчицы нельзя размещать после льна, крестоцветных и масличных культур, так как они имеют общих вредителей и общие болезни. Сама горчица – хороший предшественник для озимых, яровых и зерновых культур.

Удобрение. Горчица хорошо отзывается на последствие навоза и прямое действие минеральных удобрений. Внесение навоза непосредственно под горчицу ввиду ее короткого вегетационного периода не рекомендуется.

Примерные нормы минеральных удобрений под сизую горчицу следующие: N₃₀₋₃₅P₄₅₋₆₀K₄₅₋₆₀. Следует отдавать предпочтение щелочным формам удобрений. Под белую горчицу, отличающуюся большой усвояющей способностью корней, целесообразно вносить фосфоритную муку взамен примерно 1/3 нормы суперфосфата. Удобрение вносят под зяблевую вспашку. При посеве в рядки эффективны фосфорные удобрения в дозах P₁₅₋₂₀, которые обеспечивают прибавку урожая семян 150-200 кг/га.

Клещевина

Распространение. Естественный ареал клещевины как теплолюбивого, склонного к непрерывному росту растения – тропические и субтропические страны Азии, Африки и Америки между 40° северной и 40° южной широты. Посевы этой культуры сосредоточены в основном в Индии, Бразилии, Китае. Небольшие ее площади имеются в Судане, Эфиопии, Анголе и Эквадоре. В бывшем Советском Союзе клещевину успешно возделывали в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской, Херсонской и Запорожской областях.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Центр происхождения клещевины – саванны восточной Африки с красно-бурыми и красно-коричневыми почвами. Для этих почв характерен гумусовый горизонт небольшой мощности с низким содержанием гумуса, железисто облегченный механический состав, реакция среды близкая к нейтральной, промытость от легкорастворимых солей. Такие же условия необходимы для культурных растений. Наиболее благоприятны для клещевины черноземы теплой южно-европейской фации. Они встречаются в Краснодарском и Ставропольском крае, а также на юге Ростовской области. Песчаные почвы для нее менее пригодны. Плохо удается клещевина на засоленных, глинистых, заболоченных почвах. Не подходят для нее участки с близким залеганием грунтовых вод, где интенсивный рост вегетативной массы ведет к запаздыванию созревания и затрудняет уборку урожая. Оптимальная реакция почвенного раствора – pH 6-8 (табл. 92; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 92 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума характеристик почвы для клещевины

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1,0–2,5	2,5–5,0	
pH водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,0	8,0–8,6
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–15	15–60	60–80
Обменный Na, % от ЕКО		< 5	5–8
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	0,1–0,2	0,2–0,5	0,5–0,8
Содержание CaCO ₃ , %		0–5	5–8

Клещевина требовательна к минеральному питанию и почвенному плодородию. По выносу питательных веществ из почвы на единицу урожая она в 2–4 раза превосходит озимую пшеницу. Для формирования 1 т семян затрачивает 64–68 кг азота, 14–20 – фосфора и 52–56 кг калия. Интенсивность потребления элементов питания в различные периоды вегетации растений неодинакова. Больше их расходуется во второй половине вегетации. Усиленное азотное питание перед образованием кистей значительно повышает урожай. Клещевина обладает повышенной способностью усваивать фосфор, железо, кальций из труднодоступных форм.

Место в севообороте. Клещевину в севообороте размещают так, чтобы за ротацию она возвращалась на прежнее поле не ранее, чем через 8 лет. Это связано с необходимостью предотвратить накопление в почве инфекции фузариозного увядания – опасной для клещевины грибной болезни.

Лучшие предшественники клещевины – озимая пшеница, горох, зернобобовые смеси, убираемые на зеленый корм. Она считается хорошим предшественником зерновых культур. На Северном Кавказе после клещевины высевают озимую пшеницу, которая дает урожай выше, чем при посеве после подсолнечника и кукурузы. На Украине после клещевины размещают яровые хлеба. Нельзя возделывать после нее кормовые культуры, так как падалица клещевины может вызывать отравление животных.

Удобрение. Клещевина отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений. Навоз в норме 20–30 т/га повышает урожай и создает хорошие условия для последующих культур.

При внесении минеральных удобрений необходимо учитывать плодородие почвы, погодные условия и биологию сортов. На выщелоченных черноземах наиболее высокие прибавки урожая семян обеспечивает азотно-фосфорное удобрение, а на карбонатных и обыкновенных черноземах – фосфорное или азотно-фосфорное. Лучшие результаты дает основное внесение удобрения под клещевину в дозе $N_{40}P_{60}$ или P_{60} . Увеличение доз на неорошаемых землях дает примерно такие же или несколько большие прибавки урожая семян, однако окупаемость удобрения и коэффициент использования питательных веществ при этом снижаются. Увеличение дозы удобрений ($N_{60}P_{90}$) может быть оправдано лишь в увлажненной зоне на выщелоченных черноземах.

Внесение калийных удобрений под клещевину как отдельно, так и в смеси с азотно-фосфорными, на черноземных почвах не повышает урожай, т. к. эти почвы богаты калием.

Лучшие результаты при разбросном способе дает осеннее внесение удобрений под вспашку зяби. Внесение туков весной в разброс под культивацию зяби нецелесообразно, т. к. их по сравнению с осенним внесением под зябь значительно снижается, а в годы с недостаточным количеством осадков прибавок вообще нет. Вызвано это тем, что при рассеивании удобрений под культивацию зяби основная масса их распределяется в поверхностном слое почвы вне зоны активной деятельности корневой системы растений. Особенно это касается фосфорных удобрений, так как фосфор даже под влиянием обильных осадков перемещается от места внесения на незначительное расстояние.

Припосевное удобрение клещевины дает значительно меньшие прибавки урожая, чем основное. Однако если в хозяйстве удобрений не достаточно, то эффективнее их внести при посеве в дозах $N_{10}P_{20}$ на выщелоченных черноземах и P_{20} на карбонатных. Клещевина отзывчива на подкормки. Если основное удобрение было внесено под вспашку, то растения подкармливают в фазе образования центральной кисти. Если же основное удобрение не внесено, подкормку проводят после прорывки при междурядной обработке. Для подкормки используют аммонийную селитру или сульфат аммония и суперфосфат (по 20–30 кг/га д.в.).

Подкармливают клещевину местными удобрениями: 3-4 ц птичьего помета и 3-5 т навозной жижи на 1 га. Под клещевину можно использовать сухие, жидкие, простые или комплексные туки, обязательно выравнивая в них соотношение азота и фосфора согласно указанным выше дозам. В условиях поливного земледелия эффективность удобрений значительно возрастает.

Кунжут

Распространение. Родина кунжута – Африка. На территорию Средней Азии эта культура пришла в древние времена из Пенджаба (Индия), а в Закавказье – из Ирана. Кунжут возделывается в тропических, субтропических и южных частях умеренной зоны всех материков Земного шара. Ареал культуры доходит в континентальных странах Восточной Европы и Азии до 44–46° с.ш., в Западной Европе его граница спускается до 43°, а в Америке – до 40° с.ш. В южном полушарии кунжут мало распространен, и современная южная граница там далека от его потенциальных возможностей. В Тропической Эфиопии кунжут поднимается в горы до 2700 м, в Афганистане и Индии достигает 1200 м, а в среднеазиатских государствах – 800-900 м.

Наибольшие площади кунжута сосредоточены в Индии, Китае, Колумбии, Венесуэле, Нигерии, Эфиопии, Бразилии. Небольшие площади посева кунжута имеются в Бирме, Пакистане, Корее, Японии, Иране, Афганистане, Сирии, Израиле, Судане, Саудовской Аравии, Египте, Сомали, Гвинее, США, Греции, Азербайджане, Узбекистане, Таджикистане, Болгарии, Италии, Турции, Испании. Основные посевы кунжута в Российской Федерации сосредоточены на Северном Кавказе.

Требования к почвам. Лучшими для кунжута являются черноземные почвы, легкие суглинистые и супесчаные по гранулометрическому составу. Хорошо растет он на почвах речных долин (аллювиально-луговые, луговые, лугово-черноземные). Не пригодны для него заболоченные, засоленные почвы с близким залеганием грунтовых вод. Слитые черноземы мало пригодны для кунжута, так как образуют почвенную корку, затрудняющую появление всходов кунжута. Оптимальная реакция почвенного раствора для кунжута находится в интервале рН 6,5–7,5 (табл. 93; Вальков В.Ф., и др., 2007).

Таблица 93 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для кунжута

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1,0–2,5	2,5–5,0	–
рН водной суспензии	5,5–6,5	6,5–7,5	7,5–8,5
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–25	25–50	50–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	1–5	5–8
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении	–	0,1–0,4	0,4–0,5
Содержание СаСО ₃ , %	–	0,1–1,0	1,0–3,0

Место в севообороте. В севообороте кунжут размещают после озимой пшеницы, кукурузы и зернобобовых культур.

Удобрение. Кунжут предъявляет повышенные требования к плодородию почвы. На образование 1 т семян и соответствующего количества вегетативной массы он потребляет из почвы 80–90 кг азота, 20–25 – фосфора и 90–100 кг калия.

Кунжут отзывчив на удобрения. Эффективность полного минерального удобрения высокая при содержании в листьях: азота – 2 %, P_2O – 0,2, K_2O – 0,8, Са – 0,6 %. При оптимальном содержании макроэлементов в листьях (N – 3,9 %, P_2O_5 – 0,34, K_2O – 2,2%) кунжут практически не реагирует на внесение минеральных удобрений. Навоз вносят под предшествующую культуру.

Нормы, сроки и способы внесения минеральных удобрений зависят от уровня естественного плодородия почвы. Ориентировочно следующие $N_{60}P_{60}K_{60}$ или 20–25 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями $N_{30}P_{30}K_{30}$. Эффективно припосевное внесение в рядки гранулированного суперфосфата из расчета P_{20} .

Кунжут относят к растениям с растянутым периодом потребления элементов питания. Примерно 65–70 % азота, фосфора и калия поступает в растение в фазе цветения, поэтому кунжут отзывчив на подкормки, которые проводят в фазе бутонизации. Рекомендованные дозы минеральных удобрений при проведении такой подкормки $N_{20}P_{30}K_{30}$.

Лен масличный

Распространение. Лен масличный выращивают в Индии, США, Канаде, Аргентине, Украине, России, Казахстане и среднеазиатских странах. В нашей стране посевы его занимают около 100 тыс. га и размещены в Центрально-Черноземной зоне, Поволжье, Западной Сибири, и Северном Кавказе.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лучшими почвами для льна масличного являются черноземы и каштановые; малопригодны – солонцеватые и кислые торфянистые почвы; непригодны для его выращивания песчаные, болотистые, известковые и почвы с застойной влагой. Оптимальная кислотность почв (рН) с тяжелым гранулометрическим составом 6,0–6,7, с легким – 5,5–6,0. При повышенной кислотности лён страдает от токсического действия ионов алюминия, а на карбонатных почвах – от избытка кальция и дефицита бора, что может привести к различным бактериальным заболеваниям. Неблагоприятное действие на лён оказывают ионы хлора, что необходимо учитывать при выборе форм минеральных удобрений.

До фазы бутонизации растения льна растут медленно, а в период бутонизация-цветение – усиленно. Корневая система у него обладает низкой способностью усваивать питательные элементы из труднодоступных соединений, что и обуславливает повышенные требования льна к содержанию в почве легкодоступных элементов питания. Вынос элементов питания льном зависит от почвенно-

климатических условий, агротехники и биологических особенностей сортов. На образование 1 т семян он расходует до 60–75 кг азота, 15–25 кг фосфора и 40–55 кг калия.

Поглощение элементов питания льном масличным происходит неравномерно. Относительно небольшое количество их усваивается в период всходы–бутонизация, а максимума потребление достигает в фазе цветения. Так, до фазы цветения лён поглощает около 30 % азота и 15 % фосфора, а за короткий период от начала до массового цветения их потребление достигает 90 % и 50 % соответственно.

Несмотря на относительно небольшое потребление азота льном масличным в начале вегетации, для получения высокого урожая семян необходимо достаточное поступление его в растения. Критическим в питании азотом является период от фазы «ёлочки» до бутонизации. Азот способствует лучшему росту растений, повышению урожайности семян, но удлиняет период вегетации. Дефицит азота отрицательно сказывается на формировании урожая, а его избыток негативно влияет на устойчивость к полеганию и масличность семян, ведет к задержке образования бутонов и цветков, неравномерному созреванию.

Недостаток фосфора в период от появления всходов до образования 5–6 пар листьев отрицательно сказывается на росте растений, ведет к резкому снижению урожайности семян и не исправляется дополнительным внесением в более поздние сроки. Дефицит фосфора после образования 5–6 пар листьев также отрицательно сказывается на развитии растений льна, но в меньшей степени, чем в начале вегетации. Максимум поступления фосфора в растения льна приходится на фазу налива семян.

Первый максимум поглощения калия растениями льна масличного приходится на период бутонизация–цветение, а второй – на фазу налива семян. При калийном дефиците в тканях растения происходит накопление азота.

Для нормального развития растений льна масличного необходимо обеспечение его микроэлементами. На недостаток цинка, бора и железа лён реагирует недоразвитием и отставанием в росте. Возникают симптомы кальциевого, карбонатного или комплексного хлороза. Признаками дефицита микроэлементов являются крапчатый, краевой или общий хлороз, отмирание точки роста, образование густой розетки, отмирание бутонов, пожелтение и отмирание верхушки растений. На обеспеченность растений микроэлементами влияют погодные условия, при засухе их недостаток и вызываемые симптомы усиливаются.

Место в севообороте. Возделывание льна масличного на одном и том же поле ведет к снижению его урожайности вследствие действия эндогенных (корневые выделения) и экзогенных (патогенные бактерии и грибы) факторов, накопления в почве возбудителей фузариозного увядания, стеблевой гнили льна и других болезней, которые сохраняют жизнеспособность в почве в течение 5–7 лет. Поэтому возвращение льна на прежнее поле рекомендуется через 7 лет, а в многопольных севооборотах он должен занимать одно поле.

Качество предшественников для льна масличного определяется его низкой устойчивостью к полеганию и низкой конкурентоспособностью к сорнякам, а также количеством азота и растительных остатков, остающихся в почве после уборки предшественников. В этой связи, хорошими предшественниками льна масличного являются культуры, очищающие поля от сорняков, оставляющие после себя достаточные запасы питательных веществ, органических остатков и влаги. Обязательным условием является своевременная уборка предшественника, чтобы с высоким качеством провести обработку почвы. При этом важно, чтобы при уборке предшественника не наблюдалось переуплотнение почвы, на которое лён очень сильно реагирует. Нельзя сеять лён масличный после подсолнечника, клещевины, рапса из-за сильного засорения посевов падалицей этих культур.

Значение предшественников льна зависит от окультуренности полей и уровня плодородия почвы. На хорошо окультуренных, с повышенным и высоким содержанием элементов питания почвах лён лучше размещать по обороту пласта многолетних бобовых трав после озимых или яровых зерновых культур. На почвах со средним уровнем обеспеченности элементами питания лучшими предшественниками льна являются картофель и зерновые культуры, под которые вносили органические удобрения. На почвах же слабо-окультуренных, с низким содержанием питательных элементов лён следует размещать по пласту многолетних бобовых трав.

В увлажненных районах лучшими предшественниками для льна масличного также являются пласт и оборот пласта многолетних бобовых трав, а хорошим предшественником – озимые зерновые культуры. В засушливых условиях Северного Кавказа из-за низкой влагообеспеченности посевов, размещенных по пласту многолетних бобовых трав, лён масличный следует размещать по обороту пласта многолетних трав, потому что многолетние травы сильно иссушают почву и способствуют засорению посевов пыреем ползучим. В районах с неустойчивым увлажнением наиболее эффективно размещать лён после озимой пшеницы, идущей после пара, из-за лучшей влагообеспеченности почвы. На Дальнем Востоке лён рекомендуют размещать после картофеля, сахарной свеклы, сои, яровой пшеницы.

Сам лён масличный является отличным предшественником для озимых колосовых культур, так как рано освобождает поля, что позволяет своевременно и качественно подготовить почву под последующие культуры.

Удобрение. Состав и нормы удобрения для льна масличного определяются уровнем содержания в почве доступных элементов питания и предшественниками. Как правило, наиболее эффективно полное минеральное удобрение. При низкой обеспеченности почвы элементами питания оптимальной нормой удобрения для льна масличного является $N_{60}P_{60}K_{60}$, при средней – $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Большое значение имеют способы и сроки применения удобрений. Лучше всего их вносить осенью под основную обработку почвы,

когда они довольно равномерно распределяются в пахотном слое и хорошо используются корневой системой растений. При весеннем внесении под культивацию зяби большая часть удобрений сосредотачивается в верхнем слое почвы и при его подсыхании питательные элементы могут быть малодоступны растениям. Совершенно неэффективно внесение фосфорных и калийных удобрений под предпосевную обработку почвы, которая проводится на глубину 3–5 см. Высокий эффект дает припосевное внесение фосфорных удобрений в дозах P_{10-20} в форме суперфосфата или 50 кг/га органоминерального удобрения (ОМУ). Если удобрения не были внесены до сева или одновременно с ним, посеvy льна масличного можно обрабатывать в фазу «елочки» мочевиной в дозе N_{30} . Внесение такой дозы удобрения в эту фазу не вызывает увеличения продолжительности вегетационного периода растений льна масличного.

Формы азотных и фосфорных удобрений для льна большого значения не имеют, а лучшей формой калийного удобрения является сульфат калия, так как при систематическом внесении хлористых удобрений происходит накопление в почве хлора, который отрицательно действует на растение льна.

Для роста и развития льна масличного необходимы микроэлементы. Дефицит их устраняется при предпосевной обработке семян или внесением микроудобрений в подкормку в фазу «елочки». В последнем случае их можно применять отдельно в составе комплексного удобрения (кристалон, акварин и др.) или баковой смесью с мочевиной.

Для предпосевной обработки семян льна рекомендуется использовать 0,05 %-ный раствор борной кислоты, 0,02 %-ный раствор сернокислой меди и 0,3 %-ный раствор сернокислого цинка, а для некорневой подкормки льна рекомендуют применять 0,02-0,025 %-ный раствор борной кислоты и 0,02-0,05 %-ный раствор сернокислой меди. На темноцветных заболоченных и на известкованных почвах под лён следует вносить борные удобрения (0,5–1,0 кг/га бора), на почвах с низким содержанием меди – медные удобрения (20–25 кг/га сульфата меди). Наиболее эффективным приемом использования микроэлементов является предпосевная обработка семян и некорневая подкормка вегетирующих растений. Важность этих способов усиливается и возможностью их совместного применения с пестицидами для защиты растений.

Ляллеманция

Распространение. Как сорняк ляллеманция распространена в странах Малой Азии, Закавказье, на юге Украины. Посевы находятся в Иране и других странах Малой Азии. Основными районами ее культуры в Российской Федерации является Ростовская, Воронежская и Саратовская области, а также Краснодарский и Ставропольский края.

Требования к почвам. К почвам ляллеманция не предъявляет особых требований. Ее можно возделывать на многих почвах, но наиболее высокие урожаи дает на черноземах.

Место в севообороте. В севообороте ляллеманцию размещают после пропашных и озимых зерновых культур. Имея короткий вегетативный период, сама ляллеманция, в свою очередь, служит хорошим предшественником озимых зерновых культур.

Удобрение. Ляллеманция наиболее отзывчива на внесение под нее 20–30 т/га навоза или минеральных удобрений в норме $N_{45}P_{45}K_{45}$. Как минеральные, так и органические удобрения вносят под зябь.

Мак масличный

Распространение. В культуре известны две формы мака: масличный и опийный. В семенах мака масличного содержится от 46 до 56 % полувысыхающего масла (йодное число 131–143) и 18–20 % белка. Масло используется в пищу, в кондитерской и консервной промышленности. Масло, полученное горячим прессованием, служит сырьем для приготовления лаков, красок (для живописи), олифы, мыла. Семена мака применяют в кондитерской и хлебопекарной промышленности.

Жмых мака, содержащий до 32 % белка, является ценным концентрированным кормом для животных, но скармливать его следует в небольших дозах, так как он вызывает сонливость. Из коробочек некоторых сортов извлекают алкалоиды, применяемые в медицине. Листья используют для кормления тутового шелкопряда.

Мак масличный распространен в культуре во многих странах Евразии и Северной Америки. В крупных масштабах это растение возделывается в Китае, Японии, Индии, Пакистане, Индонезии, Иране, Турции, Югославии, Болгарии; на небольших площадях культивируется на Украине и в Казахстане. В Российской Федерации основные посевы мака находятся в Воронежской области и Среднем Поволжье.

Требования к почвам. Лучшими для мака масличного являются легкие супесчаные, суглинистые каштановые почвы и черноземы. Не пригодны для его возделывания солонцы, а так же тяжелые по гранулометрическому составу заплывающие почвы с близким уровнем стояния грунтовых вод.

Место в севообороте. В севообороте мак масличный размещают после озимых зерновых культур и кукурузы.

Удобрение. Под зяблевую вспашку вносят 20–30 т/га навоза или минеральные удобрения в норме $N_{30-45}P_{40-60}K_{30-45}$. Высокоэффективно припосевное внесение фосфорных удобрений в рядки из расчета P_{20-30} . При недостатке фосфора в фазе бутонизации растений проводят подкормку. Ориентировочная доза для корневой подкормки P_{20-30} . Удобрение заделывают в почву на глубину 8–10 см.

Перилла (Судза)

Распространение. В семенах периллы содержится 40–54 % быстро высыхающего (йодное число 181–206) технического масла и до 28 % белка. Высыхающая способность периллового масла выше по сравнению с льняным. Поэтому особую ценность оно представляет для

получения красок, лаков, дающих лучшую по тонкости и эластичности пленку, не образуя трещин. Применяют его в авиационной, судостроительной, автомобильной, электротехнической, полиграфической и других отраслях промышленности. Оно обладает превосходными изоляционными свойствами, а пропитанные маслом периллы ткани и бумага служат сырьем для изготовления непромокаемых плащей и других изделий. Его используют в фармацевтическом производстве и для освещения (не дает копоти). После обработки масло периллы используют в пищу (в Китае, Японии, на полуострове Корея).

Жмых периллы, содержащий до 37 % белка, является ценным концентрированным кормом для животных. Из листьев вырабатывают эфирное масло, применяемое в кондитерской промышленности (в Японии), свежие листья используют для салатов. Перилла – хороший медонос.

Происходит перилла из Восточной Азии, где сосредоточено большое разнообразие диких видов ее. Наибольшее распространение она получила в Японии, Китае, на полуострове Корея. В России посевы периллы впервые появились на Дальнем Востоке. С 1926 г. ее изучали в посевах на Украине, Северном Кавказе. В настоящее время периллу на небольшой площади возделывают в Приморском крае.

Требования к почвам. Лучшие почвы для периллы – структурные черноземы и наносные почвы речных долин. Не пригодны для нее засоленные, а также песчаные и супесчаные почвы.

Место в севообороте. В севообороте периллу размещают после зерновых, зернобобовых и пропашных культур.

Удобрение. Перилла отзывчива на внесение удобрений. Применение 30 т/га навоза под посевы периллы удваивает урожай. Примерные нормы минеральных удобрений $N_{45}P_{60}K_{40}$. Навоз или полное минеральное удобрение вносят под зяблевую вспашку; удобрения можно применять весной под культивацию.

Подсолнечник

Распространение. Центром происхождения подсолнечника является Северная Америка, где и сегодня встречаются дикорастущие формы. В настоящее время масличный подсолнечник распространен на всех континентах земного шара. Наибольшие площади посева этой культуры имеют Россия, Аргентина, Украина, Молдавия, Румыния, Турция, Испания, США, Болгария, Югославия, Австрия, Венгрия, Казахстан. В Российской Федерации основными районами возделывания подсолнечника являются Северный Кавказ, Центрально-Черноземная зона, Поволжье и южные районы Сибири.

Требования к почвам и особенности минерального питания растений. Подсолнечник может нормально развиваться на почвах различного гранулометрического состава: от тяжелоглинистых до супесчаных и песчаных. Однако в крайних случаях необходимы мелиорирующие мероприятия – на тяжелых почвах требуется дренирование, особенно при избыточном увлажнении, а на песчаных почвах – внесение удобрений.

Оптимальная плотность почвы для подсолнечника составляет 1,25–1,35 г/см³ при уплотнении до 1,5 г/см³ урожай снижается на 30 %. В почву с плотностью 1,8 г/см³ корни вообще не проникают, а при рыхлом сложении почвы (d=1,1) урожайность снижается на 8–10 %, (табл. 94; Вальков В.Ф., и др., 2007).

Таблица 94 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для подсолнечника

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–3	3–8	
pH водной суспензии	6,0–7,0	7,0–8,0	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,25	1,25–1,35	1,45–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–40	4–60	60–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	менее 5	3–7
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	менее 0,5	0,5–0,8
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–6	6–15

При недостаточной глубине промокания почвы в засушливые годы корни подсолнечника не проникают ниже ее границы, и вся масса корней остается в поверхностном слое, чем значительно снижается его способность противостоять летней засухе.

Подсолнечник является культурой, неустойчивой к засолению, и снижает урожай уже при 0,1–0,4 % засолении.

При выращивании на кислых почвах, необходимо обязательно проводить их известкование. Известь вносят непосредственно под подсолнечник или под предшествующую культуру. Наиболее благоприятные условия для роста при pH 7–8.

Подсолнечник отличается повышенной требовательностью к аэрации почвы: его корни не проникают в оглеенные горизонты болотных и плавневых почв. При избыточном увлажнении почвы, особенно в период от прорастания до цветения, растения также страдают от дефицита кислорода.

Лучшими для подсолнечника являются черноземы всех подтипов, близкие к ним лугово-черноземные и темно-каштановые почвы. Хороши для него также аллювиально-луговые и луговые почвы речных долин. Количество потребляемых подсолнечником элементов питания из почвы зависит от биологических особенностей сортов и гибридов, продолжительности их вегетационного периода и ассимиляционной активности листьев, погодных и почвенных условий, влагообеспеченности и плодородия почвы, а также от технологии возделывания.

На формирование 1 т его семян расходуется 50–60 кг азота, 20–25 кг фосфора и 100–120 кг калия.

Подсолнечник потребляет азот, фосфор и калий на протяжении всей вегетации. Содержание их в растениях неодинаково и значительно изменяется по фазам вегетации (табл. 95; Васильев Д.С., 1990).

Азот усиливает рост растений подсолнечника, способствует формированию более крупных растений и корзинок. Наиболее интенсивное потребление азота происходит в межфазный период от начала образования корзинки до окончания цветения – одним растением в среднем за сутки потребляется около 50 мг, в другие периоды оно составляет 20-30 мг. К фазе цветения подсолнечник поглощает из почвы 60 % азота (Андрюхов В.Г., Иванов Н.Н., 1975; Васильев Д.С., 1990). При его недостатке листья становятся бледно-зелеными, а иногда желтеют и отмирают. Недопустимо для подсолнечника и избыточное азотное питание. Оно неблагоприятно сказывается на накоплении масла в семенах потому, что содержание белка в семенах повышается, а их масличность резко снижается.

Таблица 95 – Содержание в растениях подсолнечника азота, фосфора и калия по фазам вегетации, % сухой массы

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Краснодарский край (чернозем выщелоченный)			
4–6 настоящих листьев	3,83	0,81	5,83
Образование корзинки	2,57	0,62	3,99
Цветение	1,59	0,48	2,93
Созревание	1,21	0,53	2,40
Ростовская область (чернозем карбонатный)			
4–6 настоящих листьев	3,96	0,84	6,23
Образование корзинки	1,50	0,47	4,01
Цветение	1,45	0,39	3,86
Созревание	1,03	0,23	4,38

Наиболее сильное отрицательное действие на урожай семян подсолнечника оказывает недостаток азота в фазу образования корзинки. Даже краткосрочное исключение его из питания в эту фазу снижает урожай семян подсолнечника. Причем внесение азота в последующие периоды уже не может полностью поправить возникшие в растении нарушения. Исключение азота из питания после цветения растений не оказывает существенного влияния на величину урожая.

Фосфор способствует развитию корневой системы, ускорению образования листьев, повышению чистой продуктивности фотосинтеза, заложению репродуктивных органов, увеличению количества цветков в корзинке. Фосфорное питание ускоряет развитие растений, повышает устойчивость их к засухе, оказывает положительное влияние на процесс маслообразования. Критическим в потреблении этого элемента растением подсолнечника является период от всходов до образования корзинки. Недостаток фосфора в это время приводит к нарушению азотного обмена и снижению урожая семян.

Подсолнечник калиелюбивая культура. Он необходим для интенсивного маслообразования в семенах. Накопление большого количества калия в растениях подсолнечника в значительной степени обу-

словливает его высокую засухоустойчивость. Активное поглощение воды корнями и передвижение пасоки на $\frac{3}{4}$ обусловлены накоплением осмотически активных ионов калия в сосудах ксилемы в результате функционирования ионных насосов. Высокое содержание калия в клетках повышает гидратацию белков цитоплазмы, устойчивость тканей растения к обезвоживанию. Особенно важно накопление калия в растущих клетках для обеспечения необходимого уровня их тургора даже при недостаточной влагообеспеченности растений.

Подсолнечник относят к числу растений-накопителей кальция. Основной его функцией является участие в формировании срединных пластинок клеточных стенок. Связываясь с полигалактуроновой кислотой, он превращает желеобразный пектин в нерастворимую соль – пектат кальция, обеспечивая этим прочность связи клеток в тканях и, в частности, устойчивость подсолнечника к возбудителям серой и белой гнилей. Кроме того, ионы кальция усиливают активность ряда ферментных систем и проницаемость клеточных мембран. При дефиците кальция снижается способность мембран препятствовать свободной диффузии ионов, поэтому усиливается транспирация, снижается водный потенциал всех органов подсолнечника и его засухоустойчивость.

Минеральное питание подсолнечника по физиологической потребности растений можно разделить на три периода: в первый период (от всходов до образования корзинки) – умеренное питание азотом и калием и усиленное – фосфором; во второй период (от образования корзинки до цветения) – усиленное питание всеми тремя элементами; в третий период (от цветения до созревания) – умеренное питание азотом и фосфором и усиленное калием.

В первые 30 дней жизни растения потребляют из почвы сравнительно мало питательных веществ: азота – 16 %, фосфора – 10 и калия – 9 %. К началу фазы цветения подсолнечник поглощает из почвы 60 % азота, 80 % фосфорной кислоты и 90 % калия по отношению к общему выносу из почвы за период вегетации. Остальное количество этих веществ поступает в растение в период от цветения до созревания. После цветения урожай семян формируется в основном за счет питательных веществ, ранее накопленных в растении. Во время созревания в семенах сосредоточено 60 % азота, до 70 % фосфора и до 10 % калия, остальное количество этих элементов находится в вегетативных органах.

Место в севообороте. При составлении севооборотов подсолнечник размещают с учетом, что главный лимитирующий фактор формирования урожайности – недостаток влаги, поскольку основные площади товарного его производства размещены в зонах недостаточного увлажнения. Растения подсолнечника хотя и развивают мощную, глубоко проникающую корневую систему, использующую влагу нижних горизонтов, но при отсутствии осадков происходит иссушение почвы и нарушение ее водного баланса. Поэтому одно из главных требований к размещению посевов – обязательное чередование по годам в севообороте культур с различно развитой корневой системой. Вторым фактором, ограничиваю-

щим урожайность подсолнечника даже при современных технологиях, служит большая поражаемость растений этой культуры ложной мучнистой росой, склеротиниозом, серой и пепельной гнилями, а также заразной при частом возвращении его на старое место в севообороте.

В основных районах возделывания наиболее распространенным предшественником подсолнечника является озимая пшеница. Она создает наилучшие условия для питания и водного режима растениям подсолнечника.

Хорошие предшественники для подсолнечника – просо, однолетние травы, кукуруза на силос и зерно. Неплохими предшественниками являются яровая пшеница, овес и картофель.

Культуры, которые берут влагу глубоких горизонтов почвы – люцерна, сахарная свекла и суданская трава, – плохие предшественники для подсолнечника.

После сахарной свеклы, люцерны, суданской травы и других глубококоренящихся культур в зоне недостаточного увлажнения запасы влаги в глубоких горизонтах восстанавливаются через три-четыре года. Размещение подсолнечника непосредственно после этих культур резко снижает урожай семян. После сахарной свеклы, люцерны, суданской травы подсолнечник следует размещать в зоне неустойчивого увлажнения не ранее через 2 года, а в зоне недостаточного увлажнения – через 2–3 года. За это время запасы влаги в глубинных слоях почвы восстанавливаются.

Не следует размещать подсолнечник непосредственно после сои, фасоли, гороха, которые поражаются общими с ним болезнями (белой и серой гнилями), а также после табака и томата.

Наиболее распространено следующее чередование культур: кукуруза на зерно или силос – озимая пшеница – подсолнечник.

В севообороте подсолнечник не следует возвращать на прежнее место ранее 7–8 лет. Нарушение принципа возврата ведет к массовому поражению растений заразной, ложной мучнистой росой, белой, серой и пепельной гнилями, фузариозом, фомопсисом и другими патогенами, а в конечном счете, к снижению урожайности. В восьми и десятипольном севообороте подсолнечник должен занимать одно целое поле, т. е. удельный вес этой культуры в структуре посевных площадей должен быть не более 10%.

Сам подсолнечник – хороший предшественник для яровой пшеницы, овса, ячменя и других яровых культур. Однако они нередко засоряются падалицей подсолнечника. Необходимо поэтому его убирать своевременно и без потерь, а осеннюю вспашку проводить плугами с предплужниками на глубину 30–32 см, чтобы уничтожить проростки осыпавшихся семян.

В южных районах нашей страны (Краснодарский край, Ростовская область, Ставропольский край) после подсолнечника нередко высевают озимые культуры.

Удобрение. Подсолнечник отзывчив на внесение органических и минеральных удобрений. В качестве органических удобрений под

подсолнечник, как правило, применяют навоз, навозную жижу, птичий помет и компосты с фосфоритной мукой. Оптимальной нормой навоза является на дерново-подзолистых почвах 30–40 т/га, на пойменных и серых лесных почвах – 20–30, на черноземах выщелоченных – 15–20 т/га. Навоз вносят под зяблевую вспашку и под весеннюю перепашку зяби. Внесение 20–40 т/га навоза под зябь на черноземных почвах повышает урожайность подсолнечника на 0,2–0,5 т/га и положительно влияет в течение 2–3 лет на последующие культуры. Подсолнечник хорошо отзывается на прямое действие и последствие навоза.

В хозяйствах, где не возделывают сахарную свеклу, а озимую пшеницу высевают после пропашных, навоз наиболее целесообразно вносить под подсолнечник. Если в севообороте имеется сахарная свекла, навоз вносят под эту или предшествующую ей культуру.

Система удобрения подсолнечника складывается из следующих способов внесения:

- а) основного – удобрения вносят осенью под зяблевую вспашку;
- б) предпосевного и припосевного – удобрения вносят под предпосевную культивацию и в рядки сбоку гнезд одновременно с посевом;
- в) подкормки – удобрения вносят в междурядья одновременно с междурядной культивацией.

Наилучшие результаты основное удобрение дает при внесении осенью под зяблевую вспашку. Заделка его весной под предпосевную культивацию менее эффективна.

Дозу основного удобрения под подсолнечник устанавливают в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве, по результатам почвенной диагностики (табл. 96).

Таблица 96 – Шкала почвенной диагностики потребности подсолнечника в минеральных удобрениях

Диагностический показатель – содержание P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы		Обеспеченность почвы фосфором	Потребность подсолнечника в удобрениях	Рекомендуемая доза основного удобрения при внесении	
по Чирикову	по Мачигину			осенью под зябь	локально, ленточным способом при посеве весной
До 20	до 2,5	низкая	сильная	N ₄₀₋₆₀ P ₆₀₋₉₀	N ₄₀ P ₆₀
20–25	2,5–3,5	средняя	средняя	N ₄₀ P ₆₀	N ₂₀ P ₃₀
Более 25	более 3,5	высокая	отсутствует	0	0

При содержании подвижного фосфора в почве до 20 мг на 100 г (по Чирикову) или до 2,5 мг на 100 г (по Мачигину) оптимальная доза основного удобрения составляет N₄₀P₆₀, при содержании P₂O₅ 20–25 мг (по Чирикову) или 2,5–3,5 мг на 100 г почвы (по Мачигину) доза основного удобрения уменьшается до N₂₀P₃₀. При содержании подвиж-

ного фосфора более 25 мг (по Чирикову) или более 3,5 мг на 100 г почвы (по Мачигину) подсолнечник практически не отзывается на удобрения, поэтому вносить их в таких случаях нецелесообразно.

Если минеральные удобрения не вносили осенью под зяблевую вспашку, их следует внести в полной или половинной норме весной при посеве локально-ленточным способом. При этом удобрения располагают одной или двумя лентами на расстоянии 6–10 см от рядка на глубину 10–12 см. Такой способ применения удобрений не уступает по эффективности внесению их осенью под зябь.

При рядковом припосевном внесении эффективны азотные и особенно фосфорные удобрения. Внесение их не только повышает урожай, но и увеличивает устойчивость растений к болезням. Рекомендуется в качестве припосевного рядкового удобрения вносить при достаточном увлажнении почвы на 1 га по 10 кг действующего вещества азотных и по 15 кг фосфорных удобрений, а при недостатке влаги – только по 15 кг действующего вещества фосфорных удобрений.

После появления всходов подсолнечника (через 10–12 дней) необходимо провести обследование посевов и отобрать пробы растений для проведения растительной диагностики. Особо необходима эта работа на полях, не получивших удобрений осенью под вспашку зяби или весной локально-ленточным способом одновременно с посевом этой культуры. Указанная работа крайне нужна также и для проведения контроля за действием ранее внесенного основного удобрения. По результатам растительной диагностики необходимо, если это требуется, провести подкормку подсолнечника минеральными удобрениями из расчета $N_{20}P_{30}$ в период образования у растений 2–3 пар настоящих листьев, что обычно совпадает с проведением первой культивации междурядий (табл. 97). При этом удобрения нужно вносить двумя лентами по обе стороны рядка растений на расстоянии 10–12 см от них на глубину 10–12 см.

Таблица 97 – Шкала растительной диагностики потребности подсолнечника в минеральных удобрениях

Обеспеченность почвы фосфором	Нуждаемость в удобрениях	Диагностический показатель		Рекомендуемая доза удобрений
		содержание общего фосфора в 10–12-дневных растениях, %	содержание P_2O_5 в растениях, в баллах (экспресс-метод по Церлинг)	
Низкая	сильная	до 0,8	до 2,0	$N_{20}P_{30}$
Средняя	средняя	0,8–1,1	2,0–3,5	0
Высокая	отсутствует	более 1,1	более 3,5	0

Подкормка посевов подсолнечника, проведенная в ранние сроки, усиливает рост молодых растений в фазе листообразования, что благоприятно сказывается на заложении репродуктивных органов.

Обобщенные данные опытных учреждений позволяют сделать следующие выводы.

1. На черноземах выщелоченных и обыкновенных лесостепных районов и прилегающих к ним степных районов, более обеспеченных влагой, наибольшее повышение урожая достигается при внесении фосфорных удобрений совместно с азотным ($N_{40}P_{60}$).

2. Внесение калийных удобрений на черноземных почвах, за исключением супесчаных, даже в сочетании с азотно-фосфорными положительными результатов не дает, так как черноземы богаты калием, а корневая система подсолнечника хорошо усваивает его природные запасы из почвы. В отдельных случаях калийные удобрения снижают урожай из-за неблагоприятного воздействия повышенной концентрации солей в почвенном растворе на растения в молодом возрасте. Лишь в отдельных районах лесостепной зоны на черноземах мощных и на почвах легкого гранулометрического состава (супесчаных) совместное внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений ($N_{40}P_{60}K_{40}$) дает положительный результат.

3. В более засушливых степных районах зоны недостаточного увлажнения на обыкновенных карбонатных и южных черноземах наибольшее повышение урожая подсолнечника достигается от внесения под зяблевую вспашку одного суперфосфата (P_{40-60}).

Интенсивная технология возделывания подсолнечника в Краснодарском крае предусматривает внесение: при очень низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором (до 10 мг/кг) – $N_{60}P_{90}$, низкой (11–20 мг/кг) – $N_{40}P_{60}$, средней (21–35 мг/кг) – $N_{20}P_{30}$; на глубокомиллеллярных карбонатных черноземах Ставропольской возвышенности в зоне неустойчивого увлажнения – $N_{30}P_{40}K_{20}$. Дальнейшее увеличение норм не обеспечивает существенной прибавки урожая или даже снижает ее по сравнению с контролем. В благоприятные по влагообеспеченности годы норма удобрений может быть увеличена до $N_{60}P_{60-70}K_{30-40}$; на типичных и обыкновенных черноземах рекомендуются следующие нормы удобрений: $N_{45}P_{60}$; $N_{60}P_{60}$; $N_{45}P_{60}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{20}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Действие минеральных удобрений резко снижается при недостатке влаги в районах, где среднегодовое количество осадков составляет 380–450 мм. В этих условиях орошение в полтора – два раза повышает эффективность минеральных удобрений.

В условиях орошения вносят $N_{70-90}P_{90-120}K_{70-90}$ трети фосфорных и калийных удобрений заделывают под зяблевую пахоту, азот (1/2–2/3 нормы) вносят при вспашке зяби или при влагозарядке. При использовании навоза (30 т/га) вносят $N_{30-40}P_{50-60}K_{20-30}$. Подкормку дают при образовании корзинки – N_{20-30} или $N_{20-30}P_{30}$, на темно-каштановых почвах добавляют K_{20} .

При удобрении подсолнечника используют твердые и, жидкие азотные удобрения, из фосфорных – суперфосфат, из калийных – хлористый калий; применяют также сложные удобрения.

Для подкормки можно использовать простые и сложные, сухие жидкие удобрения или органо-минеральные смеси. Важно строго выдерживать правильное отношение азота к фосфору – 1:1,5. Для подкормки, например, часто используют жидкие комплексные удобрения

(ЖКУ). Однако в промышленных ЖКУ соотношение N:P составляет 1:3, то есть неблагоприятно для подсолнечника. Поэтому в ЖКУ добавляют растворы мочевины, аммонийной селитры с таким расчетом, чтобы обеспечивать соотношение 1:1,5.

Наиболее рациональное соотношение использования минеральных удобрений по времени внесения следующее: 65–75 % осенью вразброс под основную вспашку, 20–25 % весной при посеве в рядки и около 5 % в виде подкормки при междурядной обработке.

В повышении урожая семян подсолнечника и содержания в них масла большое значение имеет применение микроудобрений. Эта культура в первую очередь реагирует на борные и молибденовые удобрения. Их вносят в почву перед посевом из расчета 2–3 кг/га по д. в. Эффективны на посевах подсолнечника некорневые подкормки растений микроудобрениями. Оптимальный срок их проведения – период от образования корзинки до фазы цветения. Для некорневой подкормки используют 0,05 % водные растворы микроэлементов при расходе рабочей жидкости 350–400 л/га.

Рапс

Распространение. Выращивают рапс в 30 государствах. Наибольшие площади посева этой культуры имеют Индия, Китай, Пакистан, Канада, Чили, Мексика, Польша, Германия, Франция, Швеция; несколько меньше – США, Новая Зеландия, Австралия, Алжир, Эфиопия, Украина, Белоруссия, Латвия, Литва, Эстония. Основные посевы рапса в Российской Федерации сосредоточены в Центральной Черноземной зоне, Поволжье, Татарстане, Башкортостане. Северном Кавказе, Западной и восточной Сибири.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Высокий и устойчивый урожай рапса получают при размещении его на почвах со следующей агрохимической характеристикой: содержание гумуса не менее 1,1 %, фосфора – 6–8 мг/100 г почвы, калия – 8–11, магния – 5–6, бора – 3–6, марганца 1,5 мг/100 г почвы, кислотность почвы (рН) 6,0–6,5.

Рапс хорошо произрастает на черноземах, серых лесных, темно-серых и серых оподзоленных почвах. Песчаные и супесчаные почвы для него из-за недостатка влаги малопригодны. Очень сырые почвы с близким залеганием грунтовых вод совершенно непригодны, т. к. корни на них загнивают. Непригодны засоленные почвы, заболоченные кислые, с глинистой подпочвой, участки с ложбинами и блюдцами.

Большое значение для получения высоких урожаев рапса имеет рельеф. Лучшими участками являются открытые равнины и небольшие склоны, защищенные от северных и восточных ветров. В предгорьях лучшее место для посевов озимого рапса – ровные плато, восточные и западные склоны. Южные склоны для него опасны из-за резких колебаний температур.

Рапс яровой является культурой, менее требовательной к плодородию и влажности почвы. Он может успешно произрастать на поч-

вах разного гранулометрического состава, за исключением тяжелых глинистых и песчаных. Не переносит кислых почв. Для получения высокого урожая необходимо, чтобы растения рапса ярового росли в умеренно влажной почве, при достаточной влажности воздуха.

Рапс особенно требователен к уровню *азотного* питания и срокам внесения азотных удобрений. На участках с большим дефицитом азота в почве растения развиваются очень медленно и часто превращаются в карликовые со слабой зимостойкостью, листья становятся красновато-фиолетовыми. Озимый рапс в большинстве случаев не испытывает недостатка в азоте в осенний период, а его внесение, особенно на ранних и загущенных посевах, снижает зимостойкость растений. Весной с возобновлением вегетации потребность в азоте резко возрастает, но его избыток в почве ведет к полеганию растений, снижению устойчивости к вредителям, болезням и неблагоприятным погодным условиям. Наиболее интенсивное поглощение азота отмечено в фазы бутонизации, цветения и образования боковых побегов. В межфазный период «всходы – образование розетки» растения рапса поглощают 20–25 % азота от общего количества его потребляемого за весь вегетационный период; «весеннее образование – цветение» – 50–70 % и в «цветение – созревание» – 10–20 %.

Фосфор влияет на фотосинтез, дыхание, формирование ядра и деление клетки, образование жира и белка, рост корней, ускоряет созревание, повышает устойчивость растений рапса к болезням. При недостатке этого элемента в начале вегетации у растений подавляется рост, листья приобретают темно-зеленую окраску, позднее они становятся розово-лиловыми по краям, а при значительном дефиците – вся пластина листа краснеет. Потребность в фосфоре в течение вегетации у растений озимого рапса изменяется следующим образом: от появления всходов до образования розетки она составляет 10 %, от отрастания весной до конца цветения – 70 %, от конца цветения до созревания – 20 % общей потребности, равной 80–90 кг P₂O₅.

Калий – необходимый элемент питания рапса. Он поддерживает устойчивость коллоидных структур, обеспечивающих оптимальный режим функционирования ферментных систем, необходимых для синтеза и передвижения углеводов, восстановления нитратов, дыхания, влияет на энергетические процессы в растении и значительно повышает их устойчивость к неблагоприятным условиям среды – пониженным температурам, засухе, засоленности почвы, снижает их восприимчивость к заболеваниям. При недостатке калия старые листья растений сначала сморщиваются, становятся красно-коричневыми, затем края и кончики листовых пластинок желтеют, и эта окраска распространяется к середине листа. Цветы вянут и опадают, при сильном дефиците калия растения могут погибнуть. Интенсивность поглощения калия повышается весной (до 10–15 кг/га в день) и остается высокой до конца фазы цветения. В период от появления всходов до образования розетки листья растений озимого рапса потребляют 20 % калия, от отрастания

весной до конца цветения – 80 % общей потребности, равной 120–150 кг К₂O для среднеобеспеченных калием почв.

Рапс весьма чувствителен к наличию в почве мезоэлементов: *серы, магния и кальция*. Сера входит в состав белка и способствует лучшему перевариванию животными концентрированных кормов. Будучи высокобелковой культурой, рапс выносит немало этого элемента. При недостатке серы в почве наблюдается общее пожелтение молодых листьев, а в дальнейшем – всего растения. На средней жилке листа или обратной его стороны может появиться розоватая окраска. Молодые листья плохо развиваются, старые становятся бледными, с пурпурными краями, курчавятся или скручиваются вовнутрь. На верхушке растений образуется мало стручков, они короче обычных и плохо выполнены. Цветение и созревание задерживается. Семена получаются сморщенными и щуплыми, а при сильном голодании – совсем не завязываются. При недостатке серы в растениях могут накапливаться нитраты и нитриты. При внесении азотных удобрений, не содержащих серу, признаки серного голодания усиливаются. Серное голодание проявляется, прежде всего, на легких серых лесных оподзоленных и каштановых почвах. При подкормке посевов рапса азотными удобрениями, содержащими серу (сульфат аммония), можно полностью удовлетворить потребность растений в этом элементе питания.

Наряду с макро- и мезоэлементами важное значение для рапса имеют микроэлементы – бор, марганец, молибден, цинк, медь, кобальт.

Бор способствует повышению содержания каротина, протеина и связанной воды в клетках, улучшает водный и пищевой режимы, процессы обмена веществ в растениях. Благодаря этому усиливается засухо- и зимостойкость, устойчивость к болезням и увеличивается масличность семян рапса. Недостаточное содержание бора в тканях меристемы листьев, стебля и корня, генеративных органах замедляет транспирацию, ростовые процессы, вызывает гофрированность молодых листьев, ослабляет передвижение пластических веществ. При недостатке бора молодые листья рапса растут медленно, становятся блестящими, заворачиваются наружу, а старые – жесткими и приобретают желтовато-оранжево-красную окраску по краям, стебель утолщается, цветение задерживается, в стручке образуется мало семян.

Марганец снижает восприимчивость растений рапса к болезням, увеличивает содержание жира в семенах и их урожай за счет большого числа стручков и семян.

Место в севообороте. Лучшие предшественники озимого рапса – озимая и яровая пшеница и ячмень, к хорошим – относятся пропашные культуры и многолетние травы. Яровой рапс рекомендуют размещать после озимых, идущих после пара, пропашных культур, пласта многолетних трав.

В зависимости от потребностей в кормах по сезонам года и природных особенностей района промежуточные посева озимого рапса могут быть пожнивными с осенним или с осенним и зимним использованием травостоя, озимыми с весенним или осенним и весенним получением

зеленой массы, подзимними или весенними для весеннего и летнего использования и летними поукосными для скармливания корма осенью.

Летние пожнивные посевы озимого рапса возможны там, где в период от уборки предшественника до наступления устойчивых холодов сумма активных температур воздуха (более 10°) достигает не менее 700–1000°, а сумма атмосферных осадков превышает 90–100 мм, или есть возможность применить орошение. Лучшие предшественники для них в степных районах Европейской части Российской Федерации – озимые и яровые колосовые, ранний картофель, а в Нечерноземье – гречиха, ранний картофель, яровая пшеница, яровой ячмень.

Озимые промежуточные посевы к теплу и влаге в летне-осенний период предъявляют те же требования, что и пожнивные посевы озимого рапса. Они удаются там, где почва не промерзает ниже минус 18–20°С и не бывает бесснежных зим с температурами воздуха ниже минус 25–30°С. Предшественники для этих посевов те же, что и для поживных, а также занятые и чистые пары, кукуруза на зеленый корм.

Для летних поживных и озимых промежуточных посевах озимого рапса на Северном Кавказе хорошие предшественники – озимый ячмень, озимая пшеница, яровой ячмень, овес, однолетние травы на зеленый корм (кроме суданской травы), горох, ранний картофель. Удовлетворительным предшественником для него может быть кукуруза, убранная на силос в конце июля – начале августа при орошении или в годы с хорошим увлажнением. В засушливые годы на полях без орошения кукуруза на силос для озимого рапса становится плохим предшественником – из-за плохой разделки и иссушенности почвы. Непригодны под рапс в качестве предшественников культуры, поздно освобождающие почву для посева: подсолнечник на семена, кукуруза на зерно, т. к. при позднем посеве растения уходят в зиму слаборазвитыми и часто гибнут. В условиях Северо-Кавказского региона озимые посевы рапса с весенним использованием следует размещать на участках, отводимых под поздно высеваемые кукурузу на силос, сорго, рис, табак, кормовые культуры второго срока сева, суданскую траву. В поживных посевах с осенним использованием его можно возделывать, помимо указанных культур, перед картофелем, соей, клещевиной, подсолнечником. Столь большое число возможных последующих культур позволяет выращивать рапс в полевых, рисовых, табачных и прифермских севооборотах. В таблице 98 приведены отдельные схемы его размещения в различных агроклиматических зонах Краснодарского края. В полевых севооборотах этих районов посевы озимого рапса могут занимать 1,5–2 поля после озимой пшеницы или озимого ячменя с последующей поукосной кукурузой на силос или основным посевом ее на зерно. На полях после озимых с последующим размещением кукурузы на зерно для обеспечения запланированного урожая последнего озимый рапс возделывают только для получения кормов поздней осенью или как сидерат. Посевная площадь его может составить 12,5–15 % от всей площади полевого севооборота.

Таблица 98 – Схемы размещения промежуточных посевов озимого рапса в севооборотах Краснодарского края

Номер поля	Основные культуры	Промежуточные культуры	
		озимые	познивные
Центральная зона			
Полевой севооборот			
1	Кукуруза на силос	–	–
2	Озимая пшеница	–	–
3	Сахарная свекла	–	–
4	Озимая пшеница	–	–
5	Озимая пшеница	–	Озимый рапс с поздним осенним использованием
6	Кукуруза на зерно	–	–
7	Озимая пшеница	–	–
8	Сахарная свекла	–	–
9	Кукуруза на зерно	–	–
10	Озимая пшеница	Озимый рапс весеннего использования	Кукуруза – ½ поля
Южно–предгорная зона			
Полевой севооборот			
1,2	Люцерна	–	–
3	Озимая пшеница	Озимый рапс осеннего и весеннего использования	Кукуруза на зеленый корм, – ½ поля
4	Кукуруза на силос	–	–
5	Озимая пшеница	–	–
6	Сахарная свекла	–	–
7	Кукуруза на зерно	–	–
8	Озимая пшеница	–	Озимый рапс с поздним осенним использованием
9	Кукуруза на зерно	–	–
10	Подсолнечник	–	–
11	Озимая пшеница	–	–
12	Люцерна (беспокровный посев)	–	–
Табачный севооборот			
1,2	Люцерна или клевер	–	–
3	Озимая пшеница	Вика+озимая рожь на зеленый корм	–
4	Табак	–	–
5	Озимая пшеница	Озимый рапс осеннего и весеннего использования	–
6	Кукуруза на силос	–	–
7	Озимая пшеница	–	Кукуруза на зеленый корм
8	Табак	–	–
9	Овес с подсевом многолетних трав	–	–

В табачном девятипольном севообороте озимый рапс может занимать одно поле, имея назначение – защитить почву от эрозии, обеспечить животноводство кормами осенью и весной. При необходимости его используют в качестве сидерата.

В Центральных и Южных агроклиматических зонах Краснодарского края с развитым свекловодством и без него, являющихся сырьевой базой консервной промышленности, и в Предгорных районах, располагающих естественными кормовыми угодьями, озимый рапс входит в состав культур зеленых и сырьевых конвейеров, обеспечивая самый ранний выход зеленой массы для скармливания в свежем виде или для консервирования. В рисовых севооборотах лучшее место для посевов озимого рапса – поле занятого пара. Размещение его в севооборотном звене рис – озимая пшеница на зерно – пожнивный посев озимого рапса – рис способствует повышению урожая зерна риса и дает дополнительно более 400 ц/га зеленой массы.

Примерные схемы размещения пожнивных и озимых посевов озимого рапса в полевых и кормовых севооборотах в Нечерноземной зоне представлены в таблице 99 (Утеуш Ю., Мейснер А.Ф.). Уборка рапса осенью не вносит существенных изменений в технологию возделывания картофеля, кукурузы, суданской травы на зеленый корм и гречихи на зерно. Для кукурузы и гречихи она даже упрощается.

Подзимние промежуточные посе́вы озимого рапса обеспечивают хозяйства зелеными кормами в конце весны или летом и семенами – летом. Рапс высевают непосредственно перед замерзанием почвы. Подзимние промежуточные посе́вы применяют для получения семян в районах, где посе́вы озимого рапса вымерзают, и в зеленом конвейере для сбора более ранней зеленой массы, чем от других яровых культур. Предшественником для них может быть любая культура, освобождающая поле осенью и позволяющая до наступления зимы провести обработку почвы и посев. Подзимние посе́вы озимого рапса могут получить распространение в северных и северо-западных районах Нечерноземной зоны, на Урале и в Сибири.

Весенние посе́вы озимого рапса дают зеленый корм летом. Распространены в Нечерноземной зоне, Сибири и на Урале, где короткая и холодная осень, суровая зима не позволяют возделывать озимый рапс по обычной технологии в пожнивных и озимых посевах. Предшественниками для весенних посевов могут быть культуры, позволяющие своевременно обработать почву осенью и произвести очень ранний посев рапса. К ним относятся в Нечерноземной зоне зерновые колосовые, картофель, силосные культуры, в Восточной Сибири – однолетние культуры на зеленый корм и травяную муку, зерновые после пара.

Предшественники поукосных посевов озимого рапса в степной зоне – озимые на зеленый корм, кукуруза на силос или на зеленый корм; в лесостепной зоне – кукуруза на кормовые цели, горохо-овсяная или вико-овсяная смесь на зеленый корм, для лесостепной зоны Урала – озимая рожь на кормовые цели, горох, убранный в фазе зелено-желтых

Таблица 99 – Размещение посевов озимого рапса лесолуговой зоны Нечерноземья Европейской части Российской Федерации и Сибири

Но- мер поля	Основные культуры	Промежуточные культуры		
		поукосные	озимые	пожнивные
Лесолуговая зона Нечерноземья				
Полевой севооборот				
1	Клевер	–	–	–
2	Озимая пшеница	–	Озимый рапс с осенним ис- пользованием	–
3	Картофель	–	–	–
4	Лен	–	–	–
5	Озимая рожь (пше- ница)	–	–	Озимый рапс весеннего ис- пользования перед гречихой
6	Гречиха, картофель	–	–	–
7	Люпин	–	–	–
8	Озимые зерновые	–	–	Озимый рапс весеннего ис- пользования
9	Кукуруза на силос и зеленый корм	–	–	Озимый рапс весеннего ис- пользования
10	Озимые и яровые с подсевом трав	–	–	–
Кормовой севооборот				
1,2	Травы	–	–	–
3	Кукуруза на силос и зеленый корм	–	–	–
4	Озимые зерновые	–	Озимый рапс весеннего ис- пользования	–
5	Люпин на зерно, силос, зеленый корм	Озимый рапс осенне- го использо- вания	–	–
6	Картофель, свекла	–	–	–
7	Кукуруза на зерно, силос	–	–	–
8	Овес, рожь+травы	–	–	–
Степная и лесостепная зона Сибири				
Зерно–кормовой прифермский севооборот				
1	Пар	–	–	–
2	Пшеница яровая	–	–	–
3	Кукуруза на силос	–	–	–
4	Пшеница яровая	–	Озимый рапс на зимний выпас	–

бобов, ранний картофель и овощи, зернофуражные культуры, убранные на монокорм; в степной зоне Урала – овсяно-бобовые смеси на зеленый корм и сено, зернофуражные культуры на монокорм, ранние силосные (подсолнечник, подсолнечниково-горохо-овсяные смеси) и овощные культуры, многолетние травы; в предуральских и зауральских степях – поле с полупаровой обработкой почвы и озимая рожь на зеленый корм; в степной части Сибири и Дальнего Востока – черный пар, озимая рожь и бобовые однолетние культуры на зеленый корм, ранний картофель, донник белый, просо и могоар на зеленый корм; в лесостепной зоне Сибири и Дальнего Востока – рожь озимая на зеленый корм и сено, горох, убранный в фазе зелено-желтых бобов, зернофуражные культуры на монокорм, ранний картофель, овсяно-бобовые смеси на зеленый корм; на отгонных участках – вико-овсяная смесь на выпас, горохо-овсяная смесь на выпас или зеленый корм.

Не рекомендуется размещать рапс на прежнем поле раньше чем через 4 года, а также после горчицы, редьки, капусты во избежание накопления вредителей, инфекций, болезней и засорения семян на семеноводческих посевах. Рапс нельзя размещать в свекловичных севооборотах, т. к. он является хозяином нематоды. При посеве рапса после клевера растения могут поражаться склеротинией.

Рапс развивает мощную, глубоко проникающую в почву (до 3 м) корневую систему, в связи с чем, образуются воздушные проходы, почва разрыхляется. Эта культура способствует улучшению структуры почвы, повышает ее плодородие, очищает от сорняков, значительно улучшает фитосанитарное состояние поля. Поэтому он служит хорошим предшественником озимой пшеницы, яровых пшеницы и ячменя, кукурузы на зерно и др. На 1 га озимый рапс оставляет примерно 60 ц корневых остатков – больше, чем озимая пшеница. Корневые выделения рапса способны переводить фосфор из труднодоступных форм в доступные для растений.

Рапс является одним из лучших предшественников для зерновых культур, особенно для пшеницы. Он – прекрасный предшественник для озимых хлебов по следующим причинам: 1) глубоко проникающие в почву корни разрыхляют последнюю и действуют подобно механической обработке; 2) оставляет почву чистой от сорняков; 3) пожнивные остатки рапса обогащают почву органическими веществами; 4) корни его способствуют перемещению питательных веществ из более глубоких слоев в верхние, увеличивая запас питательных веществ, доступных злаковым растениям, развивающим корневую систему в верхних слоях почвы.

Удобрение. Рапс отзывчив на органические и минеральные удобрения. Органические удобрения, обладающие последствием, способствуют улучшению физических и химических свойств почв, повышению продуктивности посевов рапса. Под предшествующую рапсу культуру вносят 30–40 т/га полуперепревшего или 50–60 т/га жидкого навоза. На черноземах эффективность органических удобрений в богарных условиях уступает действию минеральных, а на подзолистых почвах примерно равноценна.

На формирование каждой 1 т зеленой массы растения потребляют 4–5 кг азота, 1,5–2 – фосфора, 6–7 – калия и до 3 кг кальция, а для получения 1 т семян требуется соответственно 54–62, 24–34, 39–94 и 54–116 кг.

При рН почвы менее 6–6,5 ед. в почву необходимо внести 0,5–1 т/га извести. Нормы удобрений под рапс в различных почвенно-климатических условиях представлены в таблице 100 (Агеев В.В. и др., 1998).

Таблица 100 – Рекомендуемые нормы удобрений под рапс в зависимости от почвенно-климатических условий, кг/га

Почва	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чернозем выщелоченный, типичный и обыкновенный (Северный Кавказ)	90–120	60–90	60–90
Чернозем типичный мощный (Кубань)	60	60	60
Чернозем выщелоченный среднегумусный (ЦЧЗ)	60–90	60–90	–

Норму азотного удобрения под рапс рассчитывают, исходя из 4–5 кг д.в. азота на 1 ц урожая семян в зависимости от плодородия почвы. Достаточным является внесение N₉₀₋₁₂₀

Способ внесения и норма азотных удобрений определяется исходя из хозяйственного назначения этой культуры. При использовании озимого рапса на зеленый корм осенью или как сидерата их вносят перед посевом в дозе N₆₀₋₈₀. Если посеы скашивают только весной, они возрастают до N₉₀₋₁₂₀ (с внесением 1/3 части перед посевом, а остальной части ранней весной).

Осеннее внесение азотных удобрений приводит к сильному кущению рапса, что уменьшает опасность вымерзания. При использовании посевов на зеленый корм осенью и весной и на семена норма азотных удобрений увеличивается до N₁₂₀₋₁₅₀ на богаре и до N₂₀₀₋₂₂₀ при орошении. Вносить их надо перед возобновлением весенней вегетации (1/2). На семенных участках полезна подкормка посевов перед бутонизацией (N₃₀). Если рапс в течение вегетационного периода скашивают несколько раз, то после каждого укоса необходима подкормка растений азотными удобрениями в дозе N₂₀₋₅₀. Это повышает урожай зеленой массы и увеличивает содержание в ней аскорбиновой кислоты до 6 мг/100 г массы, белка – на 5,5 и сухого вещества – на 1,8 % и улучшает использование удобрений.

На дерново-подзолистых и лесных почвах рапс хорошо реагирует на припосевное внесение азота в составе комплексных удобрений (до 10 кг/га азота). Особенно эффективно локальное внесение азотных удобрений ниже семян и в сторону от них на 2,5–3 см. Все виды азотных удобрений, как жидкие, так и твердые, практически равноценны. Исключение составляет сульфат аммония, содержащий серу, на которую хорошо отзывается рапс. Подкармливают растения как твердыми удобрениями, так и их растворами с поливной водой или при опрыски-

вании посевов пестицидами. Это не только сокращает число обработок, но и повышает эффективность средств защиты растений. При промывном водном режиме почвы азотные удобрения, особенно нитратные формы, с осени вносить нельзя. Излишнее азотное питание задерживает созревание семян. В зоне недостаточного увлажнения долю азота под основную обработку почвы следует увеличить.

В зависимости от уровня обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и планируемого урожая нормы его под озимый рапс составляют на черноземных почвах P_{30-100} . Применяют фосфорные удобрения летом под основную обработку почвы, а небольшую часть заделывают при посеве. На кислых почвах следует вносить фосфорные удобрения в виде двузамещенного фосфата кальция, а на щелочных почвах – в виде суперфосфата.

Полную норму калийных удобрений нужно применять вместе с фосфорными под основную обработку почвы или послойно-ленточным способом. Предпочтение отдают сульфату калия. В зоне достаточного увлажнения допустимо внесение калия с семенами в составе сложных удобрений в небольших дозах – до K_{10} . На солонцовых комплексах калийные удобрения не используют. Высокое содержание подвижного калия в почве часто снижает эффективность калийных удобрений под рапс на Кубани и в других районах страны.

Рапс предъявляет большие требования к обеспеченности почв серой, особенно на легких серых лесных и каштановых почвах. Оптимальная норма серы – 30–50 кг/га. Необходимое количество серы может быть внесено с простым суперфосфатом, сульфатом аммония, а на кислых почвах – с сульфатом кальция. Сера поступает в почву с навозом, а также при гипсовании и применении фосфогипса как в чистом виде, так и в составе навозных и пометных компостов. В 1 т навоза содержится 4–6 кг серы, в 1 ц суперфосфата – 64, сульфата аммония – 32, сульфата калия – 32, в 1 ц сульфата кальция – 32 кг, в 1 т фосфогипса – 200 кг. Серные удобрения можно внести осенью, часть их – весной в период отрастания до цветения, в начале стеблевания (при резком дефиците серы). При появлении признаков недостатка серы растения до фазы цветения опрыскивают раствором сульфата аммония (на 1 га 100 кг растворяют в 800 л воды). При низкой температуре и дождливой погоде обработку повторяют.

Определенное значение для формирования урожая и особенно улучшения его качества имеют и микроудобрения.

Микроудобрения, содержащие молибден и медь, используют в первую очередь на дерново-подзолистых, серых лесных и торфяных почвах, марганец и цинк – на черноземах и каштановых почвах. Потребность в боре может проявиться на полях, прошедших известкование. Микроудобрения применяют для обработки семян, основного и рядкового внесения в составе макроудобрений, а также при некорневых подкормках. Дозы микроудобрений для предпосевной обработки семян: молибдат аммония – 100–200 г соли на 1 т семян; сульфат меди – 200–350; сульфат цинка – 200–250; сульфат марганца – 150–250; сульфат кобальта – 150–250; борная кислота – 200–300 г/т.

Обычно используют один из микроэлементов, который находится в почве в минимуме. Обработку совмещают с протравливанием и обработкой росторегуляторами и пленкообразующими веществами. При некорневых подкормках в растворы азотных удобрений и ЖКУ добавляют сульфат цинка (100 г/га), сульфат марганца (200–300 г/га), сернокислый кобальт (100 г/га), борную кислоту (200–300 г/га), молибденовокислый аммоний (400–600 г/га), сернокислую медь (200–400 г/га).

Борные удобрения вносят при его содержании в почве <30 мг/кг. Под рапс применяют одно из следующих удобрений: борно-доломитовое, борный суперфосфат, бормагниевого, нитроаммофоску с добавлением бора, буру, борную кислоту, борный концентрат. Норма их внесения – 0,25–1,0 кг/га д. в.

Рыжик

Распространение. Рыжик является единственным культурным растением из семейства *Brassicaceae*, дающим полувысыхающее масло. В семенах содержится 29–47 % жирного масла.

В мировом земледелии посевами рыжика занято около 150 тыс. га. Современный ареал культуры охватывает Украину, Эфиопию, северную часть Индии, Переднюю и Среднюю Азию и страны Средиземноморья. Посевы рыжика встречаются пятнами также на огромной территории Российской Федерации. Основные посевы сосредоточены в Западной и Восточной Сибири, Башкортостане, Поволжье.

Требования к почвам. Рыжик может произрастать на легких супесчаных и солонцеватых почвах, хуже переносит заплывающие тяжелые почвы. Он растет плохо на тяжелых глинистых и кислых почвах.

Место в севообороте. Лучшие предшественники рыжика – озимые и пропашные культуры.

Удобрение. Рыжик хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. В зависимости от уровня плодородия почвы их вносят в полной норме под зяблевую вспашку из расчета $N_{30-45}P_{30-45}K_{30-45}$.

Сафлор

Распространение. Сафлор – масличное и красильное растение вышедшее из Средиземноморского генетического центра. Экологически он приурочен к степям и полупустыням. Основные районы его возделывания: в Европе – Испания, Португалия, Австрия, Венгрия, Франция, Германия, Италия; в Азии – Индия, Турция, Узбекистан, Казахстан, Таджикистан, Афганистан, Китай, Япония, Индонезия; в Америке – США, Бразилия, Колумбия; в Африке – восточная и западная тропические области.

Требования к почвам. Сафлор хорошо растет на каштановых почвах, южных черноземах, серо-коричневых почвах. Глубокая стержневая сильно ветвящаяся корневая система проникающая на глубину 1,5–2,0 м способна хорошо усваивать влагу и питательные вещества из большой толщи почвы. Сафлор не предъявляет высоких требований к

плодородию почв и содержанию гумуса. Он не переносит избыточной увлажненности, заболоченности, кислотности почв, близких грунтовых вод. Не оптимальны для сафлора и автоморфные влажные почвы – желтоземы и красноземы, выщелоченные и оподзоленные черноземы, бурые лесные почвы. Сафлор относят к солеустойчивым культурам.

Место в севообороте. В севообороте сафлор размещают после зерновых колосовых культур и кукурузы. Сам он является хорошим предшественником для яровых зерновых культур.

Удобрение. Сафлор на формирование 1 т семян потребляет 60–70 кг азота, 24–26 – фосфора и 140–180 кг калия. Характеризуется растянутым периодом потребления элементов питания. Максимальное количество фосфора растениями сафлора потребляется от всходов до фазы цветения; азота – от начала образования корзинки до цветения; калия – от образования корзинки до созревания. Сафлор отзывчив на внесение азотно-фосфорных удобрений, особенно во влажные годы. Ориентировочные нормы удобрений: $N_{45}P_{60}$, на почвах с низким содержанием калия – $N_{45}P_{60}K_{45}$.

3.5. Эфиромасличные культуры и хмель

Эфиромасличные растения содержат летучие ароматические вещества – эфирные масла, представляющие собой смесь разнообразных органических соединений: углеводов, спиртов, фенолов, эфиров, альдегидов, кетонов и органических кислот. Наиболее частые компоненты эфирных масел – терпены и их кислородные производные. Эфиромасличным культурам принадлежит важная роль в обеспечении сырьем парфюмерной, пищевой и других отраслей промышленности и медицины.

В Российской Федерации возделывается более 25 видов эфиромасличных растений на площади более 150 тыс.га. На северном Кавказе культивируются: кориандр, лаванда, фенхель, базилик, роза, шалфей и мята.

Анис

Распространение. Анис возделывается в Испании, Румынии, Германии, Голландии, Италии, Франции, Венгрии, Турции, Афганистане, Индии, Китае, Японии, а также в странах Северной и Южной Америки. В Российской Федерации посевы аниса сосредоточены главным образом в Белгородской и Воронежской областях.

Требования к почве. Корневая система аниса в основном находится в слое 0–30 см, а глубина проникновения корней ограничивается слоем до 60–70 см. В связи с этим анис предъявляет высокие требования к плодородию и влажности почвы. Лучшие условия для него складываются на черноземах обыкновенных, типичных, выщелоченных, оподзоленных. Хорошие урожаи дает на темно-серых и бурых лесных почвах. Оптимальная реакция среды 6,5–7,2 (табл. 101; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Анис плохо растет на бесструктурных глинистых почвах и на легких песчаных и супесчаных. Не выносит засоления, солонцеватости и заболачивания. Отрицательно реагирует на карбонатность почв.

Плохо растет на каменистых и скелетных почвах, особенно известкового происхождения. Чувствителен к недостатку в почве азота и калия.

Таблица 101 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для аниса

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	–
pH водной суспензии	5,5–6,5	6,5–7,2	7,2–8,5
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины(< 0,01 мм), %	30–40	40–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	2–4	4–6
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	< 0,2	0,2–0,4
Содержание CaCO ₃ , %	0–0,5	бескарбонатность	0,5–1,0

Место в севообороте. Под анис следует отводить чистые поля, вышедшие из-под озимых зерновых, пропашных и однолетних трав. Хорошим предшественником является сахарная свекла. Его нельзя высевать после кориандра, который засоряет посевы падалицей. Кроме того, увеличивается опасность поражения аниса общими вредителями и болезнями. Следует избегать посевов аниса после подсолнечника, проса и гречихи, которые сильно засоряют почву падалицей. Сам анис является хорошим предшественником для всех культур полевого севооборота.

Удобрение. На формирование 1 т зерна в среднем требуется 35 кг азота, 12 – фосфора и 40 кг калия. Максимум поглощения элементов питания приходится на межфазный период от стеблевания до цветения растения.

Удобрения из расчёта N₄₀₋₆₀P₆₀₋₉₀K₄₀₋₆₀ вносят под зяблевую вспашку. При посеве по хорошо удобряемым предшественникам нормы удобрений уменьшают в 1,5–2 раза. При весеннем внесении под предпосевную культивацию эффективность удобрений снижается на 20–25 %.

Навоз надо вносить под предшествующую культуру во избежание развития вегетативной массы в ущерб урожаю семян. При посеве в рядки вносят гранулированный суперфосфат из расчета P₁₀, а при образовании розетки листьев растения подкармливают азотно-фосфорными удобрениями из расчета N₁₅₋₂₀P₁₅₋₂₀. В засушливые годы подкормки малоэффективны.

Базильник эвгенольный

Распространение. В культуре базилик эвгенольный распространен в странах Южной Африки, Индии, Шри-Ланке, Грузии. В Российской Федерации плантации его сосредоточены на Северном Кавказе. Урожайность зеленой массы – 50-100 ц/га, семян до 2 ц/га.

Требования к почве и особенности минерального питания растения. Отводимые под посадку базилика почвы должны быть плодородными. Лучше всего он растет на черноземах, аллювиальных, лесных почвах с хорошей аэрацией; тяжелые, заплывающие и образующие корку почвы для этой культуры не пригодны.

Базильник на формирование 1 т биомассы потребляет 5,5 кг азота, 1,1 – фосфора, 10,6 кг калия. До фазы бутонизации базилик растет медленно: в течение 60–63 дней образует всего 6–23 % урожая зеленой массы. Основная часть урожая – 77–94 % накапливается за вторую половину вегетации: бутонизация–техническая спелость, за 53–60 дней. Аналогичным образом потребляются питательные вещества: 72–91 % азота, 77–94 % фосфора и 73–94 % калия поступает в базилик в межфазный период бутонизация–техническая спелость.

Место в севообороте. Многолетняя практика возделывания базилика показывает, что эта культура должна занимать особое место в севообороте, и ее возвращение на одно и то же поле должно осуществляться не ранее чем через 10–12 лет. В противном случае могут возникнуть массовые заболевания растений фузариозом. При этом лучшими предшественниками базилика являются озимые и зернобобовые культуры.

Удобрение. В качестве основного удобрения под базилик применяют 30–40 т/га навоза и минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. В рядки при посадке рекомендуется вносить фосфорные удобрения из расчета P_{20-30} . Припосадочное (рядковое) удобрение повышает урожай базилика и на удобренном фоне. В период вегетации растений проводят, как правило, три подкормки: первую – через 25–30 дней после посадки, т. е. перед ветвлением (N_{20}); вторую – через 15–20 дней после первой, т. е. перед бутонизацией ($N_{20}P_{20}$); третью – перед началом фазы цветения (N_{30}). Удобрения вносят непосредственно перед поливом в середину междурядий на глубину 10–12 см.

Для выращивания высоких урожаев базилика на орошаемых лугово-черноземных почвах Кубани необходимо рекомендовать следующее. Минерального удобрения в почву под базилик необходимо исходить из расчета – $N_{90-120}P_{60-90}K_{60}$. В качестве основного удобрения целесообразно вносить под культуру 20–25 т/га полуперепревшего навоза совместно с $N_{60}P_{60}$.

Дробное внесение удобрения обеспечивает наибольшую прибавку урожая базилика. Поэтому при возможности хозяйствам лучше с осени вносить только половину фосфорного и калийное удобрения ($P_{30-45}K_{60}$), а азотное (N_{90-120}) и вторую половину нормы фосфорного удобрения (P_{30-45}) перенести в подкормки.

Для улучшения питания и усиления роста растений в первые периоды после посадки обязательно проведение припосадочного удобрения базилика из расчета $N_{10}P_{15-20}$.

Кориандр

Распространение. Площади посева под кориандром на Земном шаре можно оценить в 300–320 тыс. га, из которых 15–20 тыс. га ежегодно засевают для получения зелени, а 280–300 тыс. га – на зерно. Мировой сбор семян кориандра составляет приблизительно 180–200 тыс. т. Ареал этой культуры охватывает страны Европы, Северной Африки, Азии и Северной Америки. Посевы кориандра в Российской Федерации сосредоточены в Центрально-Черноземной зоне, на Северном Кавказе и в Среднем Поволжье.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Кориандр происходит из Средиземноморья, поэтому его почвенно-экологический оптимум определяется почвами близкими к коричневому субтропическому типу. В России это черноземы типичные и обыкновенные восточно-европейской фации и особенно черноземы южно-европейской фации на Северном Кавказе (табл. 102; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 102 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для кориандра

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	
pH водной суспензии	5,5–6,5	6,5–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (< 0,01 мм), %	30–40	44–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО		3–5	5–7
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засоления, %		< 0,2	0,2–0,4
Содержание CaCO ₃ , %		0–2	2–4

Лучшие почвы для кориандра – тяжелосуглинистые и легкосуглинистые хорошо оструктуренные черноземы всех подтипов, а также среднесуглинистые темно-серые и бурые лесные почвы. Глинистые почвы лесных типов почвообразования менее благоприятны для кориандра, так как склонны к заплыванию. Непригодны для кориандра слитые почвы, переувлажняемые и различные роды оглеенных почв. Отрицательно реагирует на легкий гранулометрический состав, высокую кислотность (pH ниже 6,0), скелетность почвенного профиля, высокую карбонатность. При малом содержании в почве извести (менее 2 %) развивается хорошо, например, на карбонатных черноземах Предкавказья. Предел щелочных условий для кориандра – pH 8,5.

Глубокая корневая система позволяет переносить недлительную почвенную засуху, поэтому кориандр удается и на темно-каштановых почвах. Неустойчив к солонцеватости и засолению.

Максимум содержания азота и зольных элементов в растениях приходится на начальные фазы их развития и на молодые органы. В дальнейшем, по мере накопления органической массы, содержание их постепенно снижается. В фазу цветения растений наибольшее количество азота и зольных элементов, кроме фосфора, находится в листьях. Фосфор к этому времени сосредотачивается в соцветиях. К моменту созревания основная масса элементов питания сконцентрирована в семенах, за исключением кальция, большая часть которого перемещается в стебли.

Для формирования 10 т семян кориандр выносит из почвы в среднем 42 кг азота, 16 – фосфора и 40 кг калия. По выносу азота и калия он приближается к колосовым хлебам, а по выносу калия значительно превосходит пшеницу.

Место в севообороте. Длительный период прорастания семян и медленное развитие в первую половину вегетации обуславливают слабую устойчивость кориандра против сорняков. Поэтому размещают его в севообороте на сравнительно чистых от сорняков полях. Лучшим предшественником считаются озимые хлеба, идущие по чистым, хорошо удобренным парам. Они обеспечивают большой запас влаги и питательных веществ, а также меньшую засоренность посева. Хорошими предшественниками кориандра являются также вика и овес на сено, ранние яровые хлеба, зернобобовые (горох, фасоль), кукуруза на силос и картофель. Хорошие урожаи кориандра получают также по пласту и обороту пласта многолетних трав. К неудовлетворительным предшественникам относятся сахарная свекла, подсолнечник и суданская трава, которые выносят из почвы большие количества питательных веществ и влаги.

Подсолнечник считается одним из худших предшественников, так как он сильно иссушает почву и засоряет посевы падалицей. Пожнивные остатки подсолнечника затрудняет посев и уход за кориандром. В средней полосе Российской Федерации кориандр страдает от падалицы проса и гречихи, однако в южных районах страны просо считается хорошим предшественником кориандра.

Кориандр, посеянный по кориандру, не снижает урожая по сравнению с другими предшественниками. Известны случаи получения высоких урожаев при повторных посевах кориандра на одном и том же участке. Однако бессменные посева кориандра все же считаются рискованными из опасения их сильного повреждения вредителями и болезнями, поэтому в центральных районах Российской Федерации рекомендуется возвращаться в севообороте на то же поле не раньше чем через 2–3 года, а в южных районах, где имеется наиболее сильная опасность поражения рамуляриозом, – через 4–5 лет.

Кориандр – хороший предшественник для озимых колосовых, подсолнечника, кукурузы, зернобобовых и многих других культур.

Удобрение. Во всех зонах возделывания кориандра основная роль в повышении его урожая принадлежит азотно-фосфорным удобрениям, а также навозу. Калийные удобрения действуют слабо. На подзолистых, серых лесных, оподзоленных черноземах и некоторых разновидностях выщелоченных черноземов калийные удобрения, особенно в сочетании с физиологически кислыми азотными удобрениями, увеличивают кислотность почвы, что приводит к снижению урожайности кориандра. Во избежание этого на кислых почвах калийные удобрения вносят, как правило, совместно со щелочными формами других удобрений или почву предварительно известкуют.

Нормы удобрений составляют на оподзоленных черноземах и серых лесных почвах $N_{80}P_{60}K_{40}$, на черноземах выщелоченных $N_{60}P_{60}K_{40}$, черноземе обыкновенном (типичном) $N_{40}P_{80}$, черноземе карбонатном и каштановых почвах $N_{60}P_{80}$. Азотные, калийные и большую часть фосфорных удобрений лучше применять осенью под вспашку. При посеве в рядки рекомендуется вносить фосфор из расчета 10–15 кг действующего вещества на 1 га.

В фазе 4–5 листьев растения кориандра подкармливают азотными и фосфорными удобрениями из расчета по 20 кг действующего вещества на 1 га. Подкормка кориандра в период вегетации дает положительный эффект лишь в годы с высокой влажностью почвы. В остальных случаях подкормка малоэффективна и не окупает затрат на ее проведение.

Навоз можно вносить и непосредственно под кориандр или под предшествующую культуру в дозе 15–20 т на 1 га вместе с 2–3 ц суперфосфата или 3–4 ц фосфоритной муки. Кориандр недостаточно использует последствие удобрений, внесенных под предшествующую культуру. Однако при посеве кориандра по хорошо удобренному предшественнику дозы удобрений могут быть уменьшены в 1,5–2 раза.

Рекомендуемые нормы и соотношения удобрений должны корректироваться по имеющимся в хозяйствах картограммам обеспеченности почв подвижными формами питательных элементов. Для кориандра большое значение имеют также формы минеральных удобрений: при высокой степени насыщенности почвы основаниями – выше 90 %, нитратная и аммонийная формы азотных удобрений по своему действию равноценны; при меньшей насыщенности основаниями – ниже 90 %, под эту культуру следует вносить азотные удобрения в нитратной форме. На таких почвах нитрат аммония лучше сульфата аммония. Однако на солонцеватых почвах предпочтение следует отдать сульфату аммония. Из фосфорных удобрений – суперфосфат пригоден для всех почв. На почвах с более или менее кислой реакцией можно применять нерастворимые фосфаты, например, фосфоритную муку. Хлористый и сернокислый калий равноценны по влиянию на урожай кориандра, но на солонцеватых черноземах лучше вносить сернокислый калий. Сложные малобалластные удобрения, выпускаемые нашей промышленностью, не уступают по эффективности обычным тукам, внесенным в эквивалентных количествах.

Лучшим способом использования удобрений является осеннее под зяблевую вспашку. При весеннем внесении под культивацию эффективность удобрений снижается, особенно в засушливых районах. В сильно увлажненных районах нитратные формы азотных удобрений желательно вносить весной во избежание их вымывания в нижние слои почвы. Положительные результаты дает обработка семян кориандра фосфоробактерином.

Содержание эфирных масел в семенах кориандра заметно повышают микроудобрения: борные, кобальтовые, цинковые, молибденовые, медные, марганцовые.

Мята перечная

Распространение. В культуру мята введена более 250 лет назад. Она возделывается в странах Западной Европы, в Китае, Корее, Японии и других странах Востока, на Украине, Молдавии, в Соединенных Штатах Америки. В России основные производственные посевы мяты перечной сосредоточены в Краснодарском крае. Небольшие посевы размещены в Республике Адыгея. У адыгов эта культура известна как огородная культура еще в конце XIX в. под названием сэрымэ. Уро-

жайность надземной сухой массы районированных на Северном Кавказе сортов мяты перечной составляет 25–35 ц/га.

Требования к почве. Родина мяты – Англия. Это растение умеренно-холодных и влажных почв. Хорошие условия находит на аллювиально-луговых почвах с близким стоянием грунтовых вод, но обязательно не застойных и минерализацией менее 0,7 г/л. Благоприятны низинные осушенные торфяники, а также почвы лесных типов при условии обогащенности органическим веществом. Предпочтителен среднесуглинистый гранулометрический состав. Однако, при использовании черноземов типичных, выщелоченных и оподзоленных возможна более тяжелая гранулометрия. Оптимум увлажнения 60–80 % от полевой влагоемкости. Крайне чувствительна к засолению и солонцеватости, не выносит и очень кислых почв. Отрицательно относится и к известковым почвам. Оптимальная реакция почвенной среды рН 6–7,5 (табл. 103; Вальков В.Ф. и др., 2007). Песчаные, каменистые тяжелые и заболоченные почвы отводить под эту культуру не следует.

Таблица 103 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для мяты

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–10	
рН водной суспензии	5,0–6,0	6,0–7,5	7,5–8,5
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (< 0,01 мм), %	30–40	40–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО		2–4	4–5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %		< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %		0–0,5	0,5–1,5

Место в севообороте. Мята может расти на одном месте несколько лет. Лучшими предшественниками нее являются озимые зерновые, бобовые и многолетние травы. Высокие урожаи мяты получают при размещении ее после картофеля, сахарной свеклы и других пропашных культур.

Удобрение. Мята очень отзывчива на удобрения. На формирование 1 т зеленой массы мяты потребляет 2–2,5 кг азота, 7,8 – фосфора и 10,1 кг калия. Эти элементы питания растения усваивают на протяжении вегетационного периода, хотя их поступление в растения неравномерно.

Внесение отдельных элементов питания и норм удобрений под мяту должно проводиться с учетом плодородия почвы, условий увлажнения района возделывания, вида и количества удобрений, внесенных под предшественник, а также потребности растений в элементах питания.

В качестве основного удобрения рекомендуется вносить 20–60 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями в дозе N₄₅P₄₅K₄₅ или одни минеральные удобрения из расчета 90–120 кг азота, фосфора и калия на 1 га. Эффективно также внесение удобрений при

посадке сбоку рядков $N_{45-90}P_{60-120}K_{45-90}$. При первой и второй культивации проводят корневые подкормки в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Для корневых подкормок лучше использовать нитратные формы азота, чем аммонийные. На 2–3-й годы вносят $N_{135}P_{120}K_{135}$. Фосфорно-калийные удобрения под мяту вносят осенью, азотное – весной.

Роза эфиромасличная

Распространение. Культура эфиромасличной розы сосредоточена в основном в Болгарии, где вырабатывается до 80 % мирового производства розового масла. Большие плантации эфиромасличной розы имеются в Турции, Сирии, Иране, Алжире, Тунисе, Италии, Франции, Испании. Плантации розы эфиромасличной в Российской Федерации сосредоточены в Краснодарском крае. Здесь урожайность лепестков составляет в среднем 18 ц/га, а в отдельные годы она доходит до 30 ц/га.

Требования к почве. Роза – растение умеренно-влажных южных суббореальных и субтропических почв. Высокопродуктивные плантации розы располагаются на всех подтипах черноземов южно-европейской фации на коричневых почвах, на темно-серых и насыщенных бурых лесных почвах. Оптимум рН 6,5–8,5 (табл. 104; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 104 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для розы эфиромасличной

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–4	4–6	
рН водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,0	8,0–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (< 0,01 мм), %	20–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО		2–3	3–7
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %		< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %		0–1,5	1,5–3,0

Сильнокарбонатные, особенно уплотненные, почвы типа рендин для розы непригодны. В этих условиях она болеет хлорозом, становится малоурожайной или полностью погибает. Роза не чувствительна к скелетности почвы, если щебнисто-хрящеватая часть почвы не имеет мергелисто-известняковое происхождение. Для нее неблагоприятны заболоченные почвы. При уровне грунтовых вод ближе 150 см корневая система начинает загнивать, и насаждения погибают. Нельзя производить посадки розы на различных типах слитоземов, а также на серых лесостепных почвах со слитым горизонтом. Неприемлемы и глеевые роды лесных и долинных почв.

Место в севообороте. Новую плантацию розы закладывают на запольных участках с высокоплодородной почвой и глубоким гумусовым горизонтом. Лучшим местом являются долины рек, где уровень грунтовых вод не ближе 1,5 м. Плантация должна быть хорошо защи-

щена от восточных и северных ветров и иметь ровный или с небольшим уклоном на юг рельеф. Нельзя размещать розу на сырых, каменистых и сильнокарбонатных почвах.

Удобрение. Роза эфиромасличная предъявляет повышенные требования к наличию в почве питательных веществ. С годичным приростом цветков, листьев и побегов она выносит из почвы в среднем 50 кг/га азота, 10 – фосфора и 80 кг калия, а за время существования плантации соответственно 700–800, 200–300 и 900–1000 кг/га.

Для удовлетворения потребностей розы в элементах минерального питания перед закладкой питомника под плантажную вспашку в почву вносят 30–40 т/га навоза совместно с P_{20-30} в форме суперфосфата. Для создания благоприятных условий приживаемости и роста молодых растений практикуется припосевное внесение органических и фосфорных удобрений. Припосевное внесение удобрений обеспечивает растение питательными веществами в первые годы жизни. В последующие годы роза нуждается в подкормках. В период эксплуатации плантации рекомендуется один раз в 2–3 года под осеннюю перепахку междурядий вносить навоз в количестве 20–30 т/га. Ежегодно при осенней или весенней обработке почвы растения подкармливают минеральными удобрениями из расчета $N_{50}P_{50}K_{50}$.

На плантациях 3–7–8-летнего возраста удобрения вносят в две щели на глубину 20–25 см вдоль рядов, отступив от них на 55–60 см. На плантациях старше 7–8-летнего возраста – в три щели на глубину 25–30 см вдоль рядов, отступив от них на 60–65 см, и в середине междурядий (третья щель) – на глубину 40–45 см.

При глубоком внесении удобрений неизбежно частичное повреждение корней. Чтобы избежать этого, на плантациях старше 7–8-летнего возраста удобрения следует вносить через одно междурядье, то есть с одной стороны каждого ряда розы. Срок глубокого внесения удобрений – октябрь–ноябрь. Рекомендуемый способ глубокого внесения удобрений не исключает поверхностной подкормки розы азотными удобрениями при осенней или весенней обработке почвы. Рекомендуемые формы удобрений: сульфат аммония или аммонийная селитра, суперфосфат, сульфат калия или хлористый калий.

Тмин

Распространения. Промышленная культура тмина распространена главным образом в Голландии, Венгрии, Дании, Норвегии, США, Украине, Белоруссии и Прибалтийских странах. Основным поставщиком тмина на мировом рынке является Голландия. В Российской Федерации на небольших площадях его можно встретить в Ярославской, Орловской, Курской и Воронежской областях.

Требования к почве. Культура тмина хорошо удается на многих почвенных разностях, но лучшие результаты получают при возделывании его на структурных черноземах. Благоприятны для тмина серые и бурые лесные, а также дерново-подзолистые почвы. Почвы лес-

ных типов для тмина нуждаются в известковании и интенсивном окультуривании. Тмин не выносит кислой реакции среды, рН ниже 5,5 (табл. 105; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Тмин вполне мирится с карбонатностью и успешно растет на дерново-карбонатных и луговых мергелистых почвах. Не требователен к гранулометрическому составу, хорошие урожаи получают на легких почвах, если обеспечен оптимальный пищевой режим.

Таблица 105 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для тмина

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	
рН водной суспензии	5,5–6,5	6,5–7,5	7,5–8,6
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (< 0,01 мм), %	10–20	20–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО		2–4	4–6
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении		< 0,2	0,2–0,4
Содержание CaCO ₃ , %		0–2	2–4

При влаголюбивости тмин не переносит переувлажнения и заплывающих почв, а также слитых и глеевых. Крайне неустойчив к засолению и солонцеватости.

Место в севообороте. При размещении тмина в севооборотах необходимо учитывать длительный период прорастания семян, медленный рост после всходов, повышенные требования к плодородию почвы. Лучшие предшественники тмина – озимые и яровые зерновые культуры. Его можно размещать также после зернобобовых культур. Бессменное возделывание тмина на одном и том же месте в течение нескольких лет нежелательно, так как оно вызывает накопление вредителей и болезней. Так как в год плодоношения он очень рано освобождает поле, то сам является хорошим предшественником для озимой пшеницы и других культур, а также для пожнивных посевов.

Удобрение. При посеве тмина после удобренных озимых зерновых культур под него вносят осенью N₃₀₋₄₀P₄₀₋₅₀K₂₀₋₃₀. Если под предшественник удобрения не применяли, то помимо минеральных удобрений вносят навоз из расчета 20–30 т/га. Основной способ внесения удобрений под тмин – заделка их под плуг во время зяблевой вспашки. Гранулированные минеральные удобрения целесообразно вносить под эту культуру в рядки одновременно с посевом. Тмин также хорошо использует минеральные удобрения в виде подкормки. Под последнюю осеннюю междурядную культивацию дают P₃₀K₂₀, после перезимовки под боронование – N₂₀₋₃₀. Для подкормки можно использовать навозную жижу. Ее разбавляют водой в соотношении 1:6 и вносят в количестве 5–7 т/га. Подкормку минеральными и местными удобрениями рекомендуется проводить в самые ранние сроки по мерзлой почве, используя для этого утренние заморозки.

Фенхель

Распространение. Родиной фенхеля считают Западную Азию, Северную Африку и Южную Европу. Ее культивируют в средних и южных районах Европы, США, Индии, Китая, Японии, на острове Ява, Филиппинах и в оазисах Сахары. Исследования Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур показали целесообразность возделывания фенхеля на Северном Кавказе. Тем не менее, по настоящее время он встречается здесь в основном как огородная культура на приусадебных участках.

Требования к почве. Лучшие почвы для фенхеля – хорошо окультуренные, плодородные черноземы, наносные пойменные земли. Непригодны для него тяжелые глинистые, заплывающие и заболоченные почвы.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками для фенхеля являются озимые колосовые, идущие по удобренным чистым или занятым парам. Хорошие урожаи он дает и после овощных культур, а также картофеля и конопли. Фенхель можно высевать после однолетних трав, убранных на зеленый корм, сахарной свеклы. Не рекомендуется возделывать его после подсолнечника и кукурузы на зерно.

Удобрение. Фенхель отзывчив на удобрения. Однако применение их должно быть рациональным. Непосредственное внесение навоза под фенхель нецелесообразно, так как при этом растение развивает большую вегетативную массу в ущерб урожаю плодов. Поэтому навоз лучше вносить под предшественники. Что касается минеральных удобрений, то их следует вносить в год посева в виде основного удобрения из расчета $P_{40-50}K_{40-50}$. Азотные удобрения вносят весной под культивацию из расчета N_{40-50} . Фенхель положительно отзывается на припосевное внесение суперфосфата в дозе P_{20} . Чтобы не понизилась всхожесть, семена смешивают с суперфосфатом непосредственно перед их высевом.

Хмель

Распространение. Хмель возделывают для получения женских соплодий – «шишек», в которых содержатся горькие смолистые и дубильные вещества, эфирные масла и другие соединения. «Шишки» – важное сырье для пивоварения. На внутренней стороне их чешуй развиты железки, продуцирующие горькие смолистые вещества, которые обуславливают горький вкус, пенистость и специфический аромат пива, а также предотвращают порчу пива при хранении. В зависимости от сорта и условий выращивания, в «шишках» накапливается 16–26 % этих веществ. Положительное влияние на качество пива оказывают также содержащиеся в «шишках» дубильные вещества, и эфирное масло. В небольшом количестве «шишки» хмеля используют для приготовления специальной закваски («жидких дрожжей») при выпечке некоторых сортов хлеба. Они имеют и медицинское значение – входят в состав успокаивающих, болеутоляющих, мочегонных, возбуждающих аппетит и улучшающих пищеварение препаратов. Молодые побеги иногда едят вареными.

В настоящее время хмель в мировом земледелии занимает площадь около 80 тыс. га. Средняя урожайность его составляет 1,5 т/га. Хмель разводится на значительных площадях в Германии, Англии, Австралии, Венгрии, США, Бельгии, Франции, Украине. В Российской Федерации основные посевы сосредоточены в республиках Чувашия и Мари-Эл, Алтайском крае, Брянской, Кировской, Белгородской, Воронежской и Пензенской областях.

Требования к почве. Выбор участка под посадку хмеля – ответственная работа, определяющая на многие годы рост, развитие и урожай. Поэтому выбирать участок необходимо с учетом биологических особенностей хмеля, и в первую очередь мощного развития его корневой системы, которая проникает на глубину до 2–3 м. Необходимо также учитывать потребность хмеля в питательных веществах, отношение его к теплу, влаге, свету. Почвы под хмель необходимо отводить рыхлые и плодородные. Лучшими для него являются черноземы, суглинистые и супесчаные слабодерново-подзолистые почвы, со слабокислой реакцией почвенного раствора (рН 5,6–6), обладающие высоким плодородием, хорошей структурой, легкой проницаемостью для воды и воздуха. Непригодны глинистые, каменистые, заболоченные почвы. Уровень грунтовых вод не должен быть ближе 3 м к поверхности почвы.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками для хмеля являются многолетние травы, зерновые и пропашные культуры.

Удобрение. Хмель предъявляет повышенные требования к наличию в почве элементов минерального питания. С урожаем шишек 1 т он выносит из почвы 100 кг азота, 40 – фосфора, 110 – калия, 120 кг кальция, что 2–3 раза больше, чем выносят с 1 га зерновые культуры.

Азот оказывает наибольшее влияние на образование шишек хмеля. При его недостатке растения растут медленно, стебли и листья развиваются слабо и приобретают бледно-зеленую окраску; цветение слабое, урожай низкий; шишки бледно-желтой окраски и недоразвитые, с грубыми черешками, незначительным содержанием лупулина и слабым ароматом. Избыток азота также отрицательно влияет на рост и развитие растений: всходы получаются угнетенными, цветение и созревание затягивается, шишки образуются плохого качества – рыхлые, проросшие листьями, с незначительным содержанием лупулина. При нормальном питании растений азотом стебли и листья хмеля хорошо развиты и имеют зеленый цвет. У таких растений шишки хорошо формируются, имеют золотисто-зеленую окраску с приятным хмелевым запахом.

При недостатке фосфора корни хмеля развиваются слабо. На листьях растений появляются коричневые пятна, которые впоследствии темнеют и увеличиваются в размерах, что приводит к увяданию и подсыханию листьев. Цветение слабое, шишки образуются мелкие низкого качества.

При дефиците калия нарушается фотосинтез, по краям листьев появляются красновато-коричневые пятна. Впоследствии листья свертываются и подсыхают. Шишки образуются рыхлые, плохого качества.

Потребление хмелем элементов питания происходит неравномерно. От всходов до образования боковых ветвей потребляется отно-

сительно небольшое количество питательных веществ. С фазы цветения усвоение питательных веществ растениями снижается. При технической спелости шишек увеличивается их отток в корни растений.

Система удобрения хмеля включает основное, припосевное и подкормки. Основное удобрение вносится под плантажную вспашку (100–120 т/га навоза и $P_{200-240}K_{200-240}$). Азотные удобрения в дозе $N_{180-210}$ вносят под культивацию. Перед высадкой саженцев в одну посадочную ямку вносят 5–8 кг перепревшего навоза и 50–60 г суперфосфата. В зависимости от состояния почвы и развития хмеля в течение лета проводят 1–2 подкормки. При хорошей окультуренности почвы, обеспеченности питательными веществами и хорошим развитием растений можно применять одну подкормку ($N_{35-25}K_{20-25}$) при первом окучивании хмеля. На почвах, не достаточно окультуренных, слабообеспеченных питательными веществами, при слабом развитии растений проводят две подкормки. Вторую подкормку проводят при втором окучивании ($N_{20-30}P_{20-25}K_{20-40}$). Подкормку вносят с двух сторон рядков хмеля на расстоянии 30 см от растений растениемпитателями или же в борозды при окучивании на глубину 16–18 см с последующей заделкой.

Возделывание хмеля на дерново-подзолистых почвах часто связано с отрицательным влиянием избыточной почвенной кислотности. На таких почвах одним из важнейших мероприятий по повышению урожая хмеля и улучшению его качества является известкование. Известь наряду с уменьшением кислотности почвы благоприятно действует на ее физические и химические свойства, улучшает структуру, способствует развитию полезных микроорганизмов.

Норму извести устанавливают лабораторным анализом по величине гидролитической кислотности с учетом насыщенности основаниями и гранулометрического состава почвы. При отсутствии данных анализа почвы примерные нормы извести в виде молотого известняка или известкового туфа могут быть следующие: на дерново-подзолистых суглинистых почвах 2,5–3,5 т и на супесчаных почвах 2–2,5 т на 1 га.

При внесении жженой и гашеной извести нормы могут быть снижены на 20–25 %. Известкование проводят в среднем один раз в 4–5 лет. Вносить известь лучше осенью, при окучивании хмеля на зиму. Хорошо измельченную известь рассеивают равномерно в междурядьях и заделывают на глубину пахотного слоя. Весной известь вносят под вспашку почвы в междурядьях перед обрезкой хмеля. Известкованию обязательно должно сопутствовать удобрение хмеля органическими и минеральными удобрениями.

Для хмеля наряду с органическими и минеральными удобрениями большое значение имеют микроудобрения. При недостатке в почве микроэлементов рост и развитие растений замедляются, урожай, и качество их снижаются.

Потребность в боре под хмель ощущается почти на всех почвах, особенно при достаточном обеспечении растений азотом, фосфором и калием. Недостаток в марганце больше проявляется на слабокислых,

нейтральных и слабощелочных почвах, чаще всего при легком гранулометрическом составе.

Из борных удобрений под хмель можно применять: борно-доломитовое, содержащее 1,6 % бора, бормагниевое, содержащее около 1,2 % бора, и осажженный борат магния, содержащий 1,6 % бора. По внешнему виду это порошки белого цвета. Борные удобрения лучше вносить весной в междурядья при распашке почвы перед обрезкой хмеля, из расчета в среднем до 4 кг/га по д.в.

В качестве марганцовых удобрений можно использовать: марганцовый шлам, порошок черного цвета, в котором содержится 10–17 % марганца, и марганизированный суперфосфат, содержащий 1,2 % марганца и 15–17 % фосфорной кислоты. Марганцовые удобрения под хмель следует вносить из расчета по 2–3 кг марганца на 1 га, так же как и борные удобрения.

Из молибденовых удобрений на дерново-подзолистых почвах применяют молибденовый суперфосфат и молибденово-кислый аммоний из расчета до 3 кг молибдена на 1 га.

Шалфей мускатный

Распространение. Шалфей встречается в диком виде и на небольших площадях возделывается во Франции, Испании, Италии, Бельгии, Голландии, Германии, Австрии, Венгрии, России, Украине, на Балканах и в Среднеазиатских государствах. В России он выращивается с 1929 г. В настоящее время его посевы размещены в Краснодарском крае.

Требования к почве. Лучшие почвы для шалфея – выщелоченные и карбонатные черноземы, суглинистые, сформированные на галечниково-глинистых отложениях или на среднесуглинистых щебенчатых желтых глинах с нейтральной или слабощелочной реакцией. Неплохие условия для шалфея складываются на аллювиально-луговых и лугово-черноземовидных почвах речных долин, а также на коричневых почвах. Успешно осваивает нейтральные насыщенные бурые лесные почвы и рендзины, даже при их высокой щебневатости. Почвы слабопроницаемые, заболоченные, с близким залеганием грунтовых вод для шалфея непригодны. Оптимальная реакция среды pH 6,8–8,5 (табл. 106; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 106 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для шалфея мускатного

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–6	
pH водной суспензии	6,0–6,8	6,8–8,5	8,5–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,60
Содержание физической глины (< 0,01 мм), %	20–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО		3–5	5–7
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %		< 0,2	0,2–0,4
Содержание CaCO ₃ , %		0–2,5	2,5–5,0

Место в севообороте. Шалфей мускатный возделывается как пропашная культура, и в первый год жизни чувствителен к условиям произрастания. В период от всходов до образования розетки растет медленно и не способен конкурировать с сорной растительностью. Даже при незначительном затенении сорняками, он образует низкопродуктивные розетки, резко снижает процент цветущих растений и урожай соцветий. Поэтому при размещении шалфея в севообороте повышенное внимание уделяется подбору предшествующей культуры.

Наилучшими предшественниками шалфея могут быть вико-пшеничная смесь, озимые или яровые культуры, убираемые в мае – июне на зеленый корм или сено, а также озимые зерновые. Почва из-под этих культур, как правило, меньше иссушена, легко пашется, менее засорена сорняками.

Чаще всего шалфей мускатный размещают в 8–10-ти полных севооборотах, где ему отводится два поля, пространственно удаленные друг от друга. В отдельных случаях под шалфеем отводят специальные участки вне севооборота, где он произрастает в течение 2–3 лет.

Удобрение. В силу биологических особенностей шалфей предъявляет определенные требования к минеральным удобрениям и их формам. Это обусловлено слабым развитием корневой системы в начальный период роста, с одной стороны и интенсивным развитием вегетативных и репродуктивных органов в последующие фазы – с другой. Поэтому внесение удобрений должно соответствовать потребностям растений на определенных этапах органогенеза.

Данные по содержанию элементов питания в растениях шалфея мускатного представлены в таблице 107.

Таблица 107 – Содержание элементов питания в растениях шалфея мускатного, % сухой массы

Фаза вегетации	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Фаза розетки	4,55	0,58	1,65
Стеблевание	3,65	0,40	2,10
Цветение	2,75	0,35	2,42
Техническая спелость соцветий	1,62	0,27	2,77

Из приведенных данных видно, что молодые растения содержат больше азота и фосфора, чем созревающие. На следующих этапах развития (от фазы розетки до цветения) количество этих элементов убывает, а содержание калия, наоборот, повышается. Несмотря на то, что в фазе цветения процент азота и фосфора в вегетативных органах снижается, абсолютное накопление этих элементов возрастает в соответствии с увеличением массы растения. В этом можно убедиться по данным усвоения шалфеем элементов питания в расчете на 1 г сухой массы корня (табл. 108).

Общее усвоение элементов питания начинает повышаться с фазы стеблевания, а максимум наступает к цветению, когда потребление шал-

феем азота, фосфора и калия по сравнению с розеткой возрастает соответственно на 66, 276, и 368 %. Недостаток элементов питания в это время может резко снизить урожай сырья. В среднем от биологического выноса на 1 ц соцветий приходится 1,78 кг азота, 0,29 кг фосфора и 2,37 кг калия. Зная это, можно легко установить норму удобрений на запланированный урожай с учетом использования питательных веществ почвы.

Таблица 108 – Усвоение азота, фосфора и калия шалфеем мускатным по фазам вегетации растения, г сухой массы корня

Фаза вегетации	Масса растения, % к контролю	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		мг	%	мг	%	мг	%
Розетка (контроль)	100	653	100	57	100	262	100
Стеблевание	186	800	123	78	137	568	218
Цветение	450	1085	166	214	376	1227	468
Техническая спелость соцветий	346	510	78	128	224	710	272

Удовлетворение потребности шалфея в элементах минерального питания осуществляют путем внесения удобрений. Для этих целей на серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах рекомендуется вносить N₄₀P₆₀K₄₀. Для припосевного удобрения используется гранулированный суперфосфат в дозе P₁₀, вносимый отдельно от семян. В период вегетации растений проводят корневые подкормки азотно-фосфорными удобрениями из расчета N₃₀P₃₀. В первый год вегетации шалфея мускатного подкормку проводят в фазе двух пар настоящих листьев, во второй – в начале отрастания розетки. Удобрения вносятся на глубину 10-12 см на расстоянии 15 см от рядка.

В условиях Кубани при размещении шалфея по не удобренному предшественнику лучшие результаты дает внесение полного минерального удобрения под основную обработку почвы в дозе N₄₅P₆₀K₄₅. Если же под предшественник вносилось полное минеральное удобрение, ограничиваются внесением азотно-фосфорного удобрения (N₃₀P₄₅), так как в этом случае повышение доз азотно-фосфорных удобрений или добавление к ним калия не дает положительных результатов.

Рядковое внесение гранулированного суперфосфата (P₁₅) при посеве шалфея является обязательным приемом. Оно увеличивает урожай соцветий и содержание эфирного масла в сырье.

В условиях Кубани на посевах шалфея мускатного, особенно второго года жизни, эффективны также азотно-фосфорные подкормки, их вносят из расчета N₂₀₋₃₀P₂₀₋₃₀. Наилучшими формами удобрений для обеспечения шалфея азотом и фосфором являются гранулированный суперфосфат, аммонийная селитра и мочевины. Действие этих легкорастворимых форм удобрений на развитие вегетативных и репродуктивных органов проявляется более четко, чем труднорастворимых удобрений.

3.6. Прядильные культуры

Прядильные растения возделывают с целью получения волокна, пригодного для прядения и производства различных тканей и материалов. Кроме того, семена большинства прядильных культур содержат жиры, широко используемые в пищевой, консервной и других отраслях промышленности, а отходы, получаемые при выработке масла, используются на корм скоту. По характеру основного продукта их разделяют на плодовоолокнистые, прядильным материалом которых служат длинные волоски семян (хлопчатник – *Gossypium L.*); стеблеволоконистые, или лубоволокнистые, волокно которых получают из коры стебля (лен – *Linum L.*, джут – *Corchorus L.*, кенаф – *Hibiscus L.*, конопля – *Cannabis L.*), и листоволокнистые, из листьев которых после переработки извлекают прочные сосудистые пучки, используемые в качестве волокна (сизаль – *Agave sisalana P.*). У текстильного банана (*Musa textilis N.*) волокно получают из влагалища листьев.

Прядильные культуры включают как многолетние растения (хлопчатник), занимающие основные площади, так и однолетние (лен, конопля, джут, кенаф) – распространенные в меньшей степени.

Большинство прядильных культур возделывают в районах жаркого климата (в умеренных широтах распространены лен и конопля). Главное место среди прядильных растений занимает хлопчатник, дающий 75 % мирового производства растительного текстильного сырья.

Хлопчатник

Распространение. Культура хлопчатника распространена по всем странам тропического и субтропического поясов и выходит за пределы субтропиков в континентальных странах Старого Света. Современная зона культуры хлопчатника простирается в границах, лежащих, примерно между 37°с.ш. и 30°ю.ш. Северный предел культуры хлопчатника проходит от Лос-Анджелеса к среднему течению Рио-Гранде и затем поднимается к слиянию Миссури и Миссисипи и 35°с.ш. на восточном побережье США. В Европе эта граница идет по югу Пиренейского и Апеннинского полуостровов, средней широте Балканского и по северному побережью Черного моря к устью Волги. Далее она идет к южной части Аральского моря, южнее Балхаша к северной части бассейна Хуанхэ, достигая 42°с.ш., по северу Кореи и между островом Хондо и южными островами Японии. В южном полушарии высокоширотная граница культуры хлопчатника начинается несколько южнее тропика Козерога в Чили, поднимаясь до 32°ю.ш. у нижнего течения Параны и на юге Уругвая. В Африке она проходит по 30°ю.ш., севернее Кейпленда, исключает юг Австралии выше 32°ю.ш. и включает в ареал культуры хлопчатника северное окончание Северного острова Новой Зеландии.

Хлопчатник возделывают в 89 странах мира. Наибольшие площади он занимает в Узбекистане, Китае, Пакистане, Турции, Индонезии, Таджикистане, США, Бразилии, Мексике, Италии, Испании,

Франции, Югославии, Греции, Египте, Судане, Алжире, Австралии. В мире хлопчатник занимает площадь свыше 35 млн. га, а валовой сбор хлопка-сырца составляет свыше 45 млн. т.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Характер роста и развития растений хлопчатника детерминруется сложным взаимодействием температурного, светового, водного и «пищевого» фактора. Хлопчатник в целом «непривередлив» в питании и растет на довольно большом спектре почв – от галечниковых, песчаных и глинистых лёссовых почвах Китая и Средней Азии до богатых органикой почв Мексики и восточной и западной части хлопкового пояса США – с большим разнообразием почв до черноземов Юга России и Украины. Не подходят ему только явно заболоченные почвы, луговые с близким залеганием грунтовых вод, почвы с сильным уплотнением.

Для возделывания хлопчатника наиболее пригодны черноземы, каштановые почвы и сероземы. Хорошо растет на такырах и лугово-такырных почвах, на тырсах, регурах и других черных слитых тропических почвах. Регуры – это индийское название черных веритисолей. В мировой практике их часто называют «черные хлопковые почвы». Наилучшими считаются почвы с рН 7-8,5 (табл. 109).

Таблица 109 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для прядильных культур

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–4	4–6
рН водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,5	8,5–8,8
Плотность, г/см ³	1,20–1,35	1,34–1,50	1,50–1,60
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	25–40	40–60	60–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 5	–
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	0,20–0,40	0,40–0,60
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–10

Оптимальная влажность почвы для хлопчатника находится на уровне 70 % от полевой влагоемкости, а при влажности <40 и >90 % урожаи снижаются. Поэтому, естественное дренирование корнеобитаемой толщи – неременное условие успешной культуры хлопчатника. Почва должна быть способной к удалению гравитационной влаги.

Важным показателем пригодности почвы для хлопчатника является содержание солей. Засоленные почвы менее пригодны для него. При возделывании хлопчатника на этих почвах приходится проводить промывные поливы. Особенно большой вред наносят ионы Cl⁻ и SO₄²⁻. Содержание в 0–50 см слое почвы 0,2–0,3 % SO₄, 0,012 % хлора и 0,4–0,5 % плотного остатка губительно для молодых растений хлопчатника. Более взрослое растение легче переносит засоление. Нормальное развитие хлопчатника происходит при наличии не более: плотного остатка – 0,20–0,35 %, хлора – 0,005–0,012 %, SO₄ – 0,06–0,16 %.

В Краснодарском крае, наиболее благоприятные для хлопководства являются массивы земель в Анапском, Темрюкском, Славянском, Приморско-Ахатарском и Ейском районах. Общая площадь, пригодная под посевы хлопчатника – около 150 тыс. га, это менее 5 % общей пашни Краснодарского края. В Ставропольском крае для хлопководства наиболее благоприятны земли восточных районов и вокруг г. Буденновска, где в 40-50-е гг. XX столетия находился Институт хлопководства. На Ставрополье может быть освоено свыше 300 тыс. га пашни. В Астраханской области и в Дагестане, где была опытная станция в Хасавюрте, может быть занято под хлопчатником свыше 150 тыс. га, но здесь уже нужна ирригация. В перспективе к возделыванию хлопчатника могут быть привлечены некоторые районы Калмыкии.

В среднем с урожаем 1 т хлопка-сырца вместе с соответствующим количеством надземной массы, средневолокнистый хлопчатник выносит из почвы 50 кг азота, 15 – фосфора и 50 кг калия. Из других элементов необходимо 50 кг кальция, по 10 кг серы, магния и натрия, до 2 кг железа, 1,5 кг хлора, до 200 г бора, не менее 50 г меди. На создание такого же урожая хлопка-сырца тонковолокнистый хлопчатник расходует питательных веществ на 25-30 % больше, что объясняется более мощным его кустом.

Хлопок-сырец в зависимости от условий выращивания и сортовых особенностей составляет от 25 до 50-60 % урожая надземной массы. Чем выше урожай хлопка-сырца, тем выше и его содержание в общей фитомассе. Причем при высоком урожае расход азота, фосфора и калия на 1 т хлопка-сырца бывает в 2 раза меньше, чем при низком. Потребление элементов минерального питания по фазам развития хлопчатника происходил неравномерно. От появления всходов до фазы бутонизации растения потребляют около 2-3 % калия и 3-5 % азота и фосфора от общего их количества в урожае. От начала бутонизации до массового цветения хлопчатник поглощает около 25-30 % азота и 15-20 % фосфора и калия, а от цветения до массового созревания усваивается наибольшая часть питательных веществ, то есть около 65-70 % азота, 75-80 % фосфора и калия. Таким образом, в период после цветения хлопчатник предъявляет особенно высокие требования к наличию питательных веществ в почве, особенно фосфора и калия (табл. 110).

По данным П.В. Протасова, общее накопление азота сильно повышается в период цветения и плодообразования и продолжается до конца вегетации (рис. 3).

Таблица 110 – Динамика поступления питательных веществ в растения хлопчатника, в % от общего выноса

Срок	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
От появления всходов до бутонизации	8,4	8,1	10,0
От бутонизации до плодообразования	59,7	56,1	63,6
От плодообразования до конца вегетации	31,9	35,8	26,4

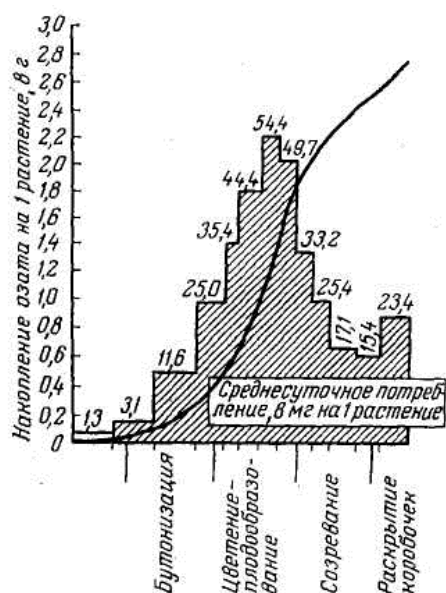


Рис. 3 – Динамика поглощения азота и среднесуточное его потребление растениями хлопчатника

Суточное поглощение азота растениями хлопчатника при созревании резко снижается. В начальный период развития хлопчатник чувствителен к недостатку легкоусвояемого в почве фосфора и азота, несмотря на сравнительно небольшое их потребление. Наилучший прирост в этот период наблюдается у растений при внесении в почву фосфорных удобрений. Ко времени цветения и плодообразования лучше растут и развиваются растения, обеспеченные азотом и особенно азотом и фосфором. Несмотря на небольшое потребление азота, фосфора и калия на первых этапах развития, эти питательные элементы оказывают в этот период очень большое влияние на подготовку к переходу в репродуктивную фазу и на дальнейшее развитие.

Недостаток фосфора в начальный период замедляет развитие корневой системы и задерживает переход растений в репродуктивную фазу. Большая концентрация азота при прорастании семян замедляет появление всходов и угнетает развитие корневой системы. Избыток азота в период до бутонизации, особенно в самом начале этого периода, увеличивает высоту закладки первого симподия и задерживает наступление фаз развития. Нормальное же питание азотом в период до бутонизации ускоряет ее наступление и последующих фаз развития.

В фазах бутонизации и цветения, когда хлопчатник наиболее интенсивно растет и потребляет очень много элементов питания, избыток азота вызывает интенсивный вегетативный рост растений в ущерб плодоношению, затягивает начало созревания коробочек и замедляет темпы их раскрытия. Недостаток азота приводит к слабому росту растений и образованию небольшого числа плодовых ветвей, а следовательно, и недостаточному плодоношению с уменьшенной крупностью коробочек.

Поскольку в фазе цветения растений хлопчатника одновременно происходит образование коробочек и большое количество потреб-

ляемого фосфора идет на формирование семян (зародышей), достаточное питание фосфором в этот период ускоряет образование коробочек с семенами и их созревание. Это особенно сильно проявляется, если в самые начальные этапы развития фосфора было достаточно.

Калий ускоряет наступление фаз бутонизации, цветения, повышает водоудерживающую способность тканей растений и их засухоустойчивость, снижает транспирацию.

Хлопчатник высоко отзывается на микроудобрения. Их влияние на рост и развитие хлопчатника изучено всесторонне. Внесение борного, марганцевого, медного и других микроудобрений повышает оплодотворяемость, устойчивость растений к ряду заболеваний, а также урожай хлопка-сырца.

Место в севообороте. Чередование хлопчатника с другими культурами – важный фактор повышения урожайности. В хлопковых районах широкое распространение получили хлопко-люцерновые севообороты. Основными севооборотами являются 8, 9 и 10-польные севообороты с 2 или 3 полями люцерны и 5, 6 и 7 полями хлопчатника. Удельный вес посевов хлопчатника в них составляет 60-70 %.

Хлопково-люцерновые севообороты условно обозначают цифрами, например 2:5, 2:6, 3:7 и т. д. Первая цифра означает число люцерновых полей, вторая – хлопковых. В первом поле этих севооборотов люцерну, как правило, высевают под покров зерновых колосовых культур совместно с кукурузой или суданской травой на силос. Во второй и третий год люцерны растет одна. После ее распашки хлопчатник культивируют примерно в течение 5-7 лет.

Хорошо вписывается хлопчатник в севооборот с рисом, так как, будучи пропашной культурой, способствует механическому уничтожению ряда злостных сорняков и разрыхлению почвы, особенно в чередовании: хлопчатник – рис – хлопчатник – люцерны – хлопчатник – рис или люцерны – люцерны – рис – хлопчатник. Практикуют также севообороты с включением кукурузы по схеме 2:4:1:2 (2 года люцерны, 4 года хлопчатник, 1 год кукуруза, 2 года хлопчатник) или 2:4:1:3. Хлопково-люцерновый севооборот имеет большое значение на вновь осваиваемых землях, на бурых пустынно-степных, светло-каштановых и лугово-болотных почвах. В условиях пустынно-степной зоны на орошении: хлопчатник – люцерны – кукуруза, на более плодородных землях: соя – озимые – хлопчатник. В Ставропольском крае, как и на Кубани, наилучшими для хлопчатника предшественниками также являются люцерны и озимые колосовые.

Бессменная культура хлопчатника истощает почву и приводит к сильному поражению растений болезнями (вилтом) и вредителями. Однако при высокой культуре земледелия хлопчатник переносит посев на одном месте в течение 3–6 лет. Сам хлопчатник является хорошим предшественником для всех культур, возделыванию которых позволяют сроки сева.

Удобрение. Система удобрения хлопчатника включает применение органических и минеральных удобрений. Однако хлопчатник, размещаемый после распашки люцерны, хорошо использует питатель-

ные вещества, накопленные в почве этой культурой, и меньше нуждается в органических удобрениях, чем хлопчатник, который возделывают на полях, более отдаленных от времени распашки люцерны. Поэтому в течение 2-3 лет после люцерны под хлопчатник органические удобрения обычно не вносят, а применяют минеральные удобрения.

Органические удобрения рекомендуется вносить под хлопчатник во второй половине ротации севооборота, начиная с 3-го или 4-го после распашки пласта, когда начинает снижаться положительное влияние люцерны или на участках, где проводятся капитальные планировки. Особенно хорошее действие оказывают органические удобрения на эродированных и дренированных почвах.

При бессменной культуре органические удобрения лучше вносить один раз в 2-3 года. Нормы их зависят от типа почв, уровня урожаев и предшественников хлопчатника. Навоз вносят под хлопчатник из расчета 20-40 т/га под зяблевую вспашку и запахивают на глубину 28-30 см. Навоз-сыпец, а также сухой пылевидный овечий навоз, в виде подкормок используют в фазе цветения перед культивацией. Во многих хозяйствах сточные воды животноводческих предприятий применяют для жидких подкормок, проводимых во время полива хлопчатника. Такие подкормки способствуют повышению урожая. В качестве органических удобрений можно использовать также птичий помет (2-3 т/га), экскременты шелковичных червей (150-200 кг/га вместе с минеральными удобрениями), а также шортупраки, цветные земли, ил пресных вод (10-15 т/га).

При недостатке в хлопкосеющих хозяйствах органических удобрений рекомендуется сеять сидеральные культуры на зеленое удобрение. Однолетние бобовые растения (промежуточная культура) могут накопить от 100 до 350 ц/га зеленой массы, которая содержит 50-140 кг азота, 20-50 кг фосфора и 40-80 кг калия. Зеленую массу запахивают после предварительного ее измельчения дисковыми боронами, обычными или двухъярусными плугами на глубину не менее 28-30 см. При запашке небобовых культур обязательно до посева вносят азотные удобрения. Возможности применения сидератов в значительной мере определяются обеспеченностью поливной водой, так как для накопления достаточного количества зеленой массы необходим хороший предпосевной или предпахотный полив и 2-4 полива после посева.

Нормы минеральных удобрений и способы их внесения под хлопчатник сильно изменяются в зависимости от типа почвы, формы удобрения и положения данного поля в севообороте. На каждую тонну урожая рекомендуют внести 50 кг азота, 15 кг фосфора и 50 кг калия. При определении годовой нормы минеральных удобрений все расчеты ведут по азоту. При этом из количества планируемого урожая вычитают урожай, который можно получить без внесения удобрений.

Годовые нормы фосфора и калия устанавливают по азоту, используя соотношения между N : P : K с учетом почвенной разности. Так, по хлопковой старопашке на автоморфных почвах (сероземные, светло-

луговые, такырные) лучшим соотношением N : P : K признано 1:0,7:0,5, а на гидроморфных (темно-луговых, лугово-болотных) 1:0,8:0,6.

Соотношение этих трех элементов питания при расчете норм удобрений изменяется также в зависимости от количества и качества вносимого навоза, давности распашки люцерны и от содержания подвижных форм фосфора и калия в почве. При установлении годовых норм фосфора и калия должны приниматься во внимание данные агрохимических картограмм по содержанию подвижных форм фосфора и калия (табл. 111).

Таблица 111 – Поправочные коэффициенты к годовым нормам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от обеспеченности почвы фосфором и калием

Обеспеченность почвы фосфором и калием	Содержание согласно картограмме, мг/кг почвы		Поправочный коэффициент
	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Очень низкая	< 15	< 100	1,25
Низкая	16–30	101–200	1,00
Средняя	31–45	201–300	0,75
Повышенная	46–60	301–400	0,50
Высокая	> 60	> 400	0,25

При возделывании хлопчатника после трехлетней люцерны норму азотных удобрений следует снизить на 25-30 %. На почвах, содержащих более 60 мг/кг усвояемой фосфорной кислоты, целесообразно годовую дозу фосфорных удобрений также снизить на 25-30 %, а на участках с низким содержанием P₂O₅, наоборот увеличить на 25-30 %.

В таблице 112 приведены ориентировочные рекомендуемые под хлопчатники нормы удобрений. Из удобрений, внесенных в первый год, хлопчатник может усвоить: 60 % азота, 25 – фосфора, 40 % калия.

Относительно высокое содержание калия в почвах районов орошаемого хлопководства, а также скопление азота в поверхностном слое почвы, обусловленное восходящим током воды, создают условия для достаточной обеспеченности азотом и калием молодых растений хлопчатника.

Сроки внесения удобрений под хлопчатник устанавливаются в соответствии с потребностью растений и свойствами самих удобрений. Для более стабильного обеспечения растений питательными веществами удобрения вносятся дробно:

Таблица 112 – Примерные нормы удобрений под хлопчатник на различных почвах, кг/га

Почвы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Темные сероземы	140–185	110–120	40–45
Темно-луговые	120–165	120–130	60–80
Типичные сероземы	150–200	110–120	40–45
Светлые	160–250	110–120	40–60

1. Основное удобрение – вносят под вспашку из расчета общей потребности – фосфора – 75 % от общего внесения, азота – 25 %, калия – 80 %.

2. Предпосевное удобрение – в предпосевную культивацию – азотно-фосфорное (при этом вносится оставшееся количество фосфора).

3. Остальное удобрение равномерно вносится в виде подкормок культиватором-растениепитателем по числу культивации.

Такая схема должна применяться на богарных участках. На орошаемых – схема та же, но азот вносится под поливы, меньшими дозами, но чаще.

Наиболее сильно реагирует хлопчатник на внесение азотных удобрений. Прирост урожая хлопка-сырца при внесении 1 кг азота и соответствующего количества фосфора равен в среднем 8 кг/га, а при высокой агротехнике – 10-15 кг/га. Азотные удобрения не рекомендуется заделывать под зяблевую вспашку на полях с близким залеганием грунтовых вод, на засоленных почвах, требующих осенне-зимних промывных поливов, и на почвах, расположенных на галечнике и песке. На таких полях их рекомендуется вносить по вспаханной почве до посева. До посева азот вносят в форме аммонийной селитры, мочевины, МФУ, сульфата аммония. Перед вспашкой азотные удобрения разбрасывают по полю и запахивают, перемешивая с почвой. До посева хлопчатника их вносят в почву с помощью культиваторов-удобрителей или удобрения, смонтированного на чизеле. Это позволяет заделать удобрения лентой на глубину 10-15 см. Припосевное внесение удобрений осуществляют с помощью культиватора-растениепитателя, смонтированного на тракторе. Удобрения вносят на глубину 10-12 см, на расстоянии 8-10 см от рядка.

В зависимости от свойств почвы азотные удобрения в подкормках вносят до полива или при междурядной обработке после полива. На сильнодренированных почвах во избежание возможных потерь азота подкормку азотными удобрениями следует проводить после полива во время междурядной обработки, на менее дренированных почвах – до полива во время нарезки борозд.

Эффективность подкормок зависит от глубины заделки удобрений. Первую раннюю подкормку (в фазе 2-3 настоящих листьев) приближают к рядку растений на 15-18 см, вторую (бутонизация) делают на 20-22 см сбоку рядка; в период цветения – в середину междурядья, ниже дна поливной борозды на 5 см. Своевременное проведение подкормок азотными удобрениями имеет большое значение для урожая хлопчатника. Поздние подкормки азотом затягивают период вегетации растений и замедляют созревание и раскрытие коробочек, которые попадают под заморозки, в результате снижаются общий урожай и сбор хлопка до наступления заморозков. При этом увеличивается послеморозный сбор хлопка-сырца очень низкого качества. Подкормки азотными удобрениями следует заканчивать к периоду наступления фазы цветения.

Из фосфорных удобрений лучшими для хлопчатника являются простой и двойной суперфосфат, аммонизированный суперфосфат, аммофос. При посеве хлопчатника в рядки рекомендуется вносить 15-20 кг P_2O_5 и 5-10 кг азота на 1 га. Внесение суперфосфата, особенно

гранулированного, в рядки вместе с семенами значительно повышает урожай хлопка-сырца. Этот прием позволяет увеличить содержание доступного растениям фосфора в зоне молодых корней, что положительно влияет на развитие хлопчатника.

Хлопковые почвы обычно достаточно обеспечены калием, однако, на староорошаемых почвах реакция хлопчатника на внесение этого элемента высокая. Эти удобрения следует применять в первую очередь на незасоленных почвах, а также на лугово-болотных почвах с высоким стоянием грунтовых вод. Необходимость внесения калийных удобрений на промытых и незасоленных почвах обусловлена положительным влиянием калия при поражении хлопчатника вилтом на плодообразование, технологические качества волокна, энергию прорастания семян.

Хлопчатник положительно отзывается на внесение кальциевых, серных, борных, марганцевых, цинковых и молибденовых удобрений.

Лен-долгунец

Распространение. Ареал культуры охватывает почти все страны мира. Южная его граница находится в тропическом поясе (о. Ява), а северная лежит на 66° с. ш. Лен выращивают во Франции, Бельгии, Нидерландах, Венгрии, Чехии, Польше, Болгарии, Румынии, Украине, Латвии, Литве, Эстонии. Небольшие площади посевов льна имеются в АРЕ, США и Японии. В Российской Федерации посевы льна в основном сосредоточены в Смоленской, Калининской и Псковской областях. Сеют лен и в Вологодской, Костромской, Ивановской, Кировской, Горьковской, Томской, Новосибирской и Тюменской областях, в Удмуртской и Марийской республиках.

Площади посева льна-долгунца в мире составляют примерно 2 млн. га, а льна масличного более 7 млн. га. Его мировая продукция ежегодно составляет около 550 тыс. т волокна. Свыше 70 % этого количества дает Россия.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лен-долгунец требует постоянно влажных почв с оптимумом 70 % от полевой влагоемкости. Предъявляя повышенные требования к влажности, лен не переносит избытка воды в почве и близкого уровня грунтовых вод. Наибольший урожай льна получают при уровне зеркала пресных грунтовых вод на глубине 80–130 см. Высокая требовательность к оптимальной влажности проявляется и в особенностях отношения льна к почвам разного гранулометрического состава. Тяжелосуглинистые и глинистые почвы лесных типов маловодопроницаемы и склонны к переувлажнению после дождей, поэтому на них лен удается плохо. Песчаные и супесчаные почвы быстро иссушаются в верхних горизонтах, и при неглубокой и слаборазвитой корневой системе лен страдает от недостатка влаги. Кроме этого, они имеют низкий уровень потенциального плодородия. Лучшими для льна-долгунца являются легко- и среднесуглинистые почвы. Очень жестки требования льна к реакции среды: благоприятны условия в пределах 6,0–6,5 (табл. 113). На более кислых почвах урожайность резко снижается, а на нейтральных и силь-

но известкованных почвах получается грубое и хрупкое волокно. На кислой почве лен-долгунец страдает в первую очередь от наличия в почве подвижного алюминия, который оказывает отрицательное действие на растения в большей степени, чем водород. Почвы, содержащие подвижного алюминия больше 2,5 мг/100 г, для льна малоприспособны.

Таблица 113 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для льна-долгунца.

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–6	6–8
pH водной суспензии	5,5–6,0	6,0–6,5	6,5–7,0
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,34–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–30	30–50	50–65
Обменный Na, % от ЕКО		< 3	
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %		< 0,2	
Содержание CaCO ₃ , %		< 0,3	0,3–1,0

Для льна используются хорошо окультуренные лесные почвы – серые, бурые, дерново-подзолистые, а также осушенные торфяники.

На формирование урожая лен расходует сравнительно небольшое количество питательных веществ. Однако эта культура весьма требовательна к наличию в почве достаточного количества элементов питания в легко усвояемой форме. Это обусловлено, прежде всего, слаборазвитой корневой системой растений, не отличающейся высокой усваивающей способностью, а также тем, что большую часть питательных веществ для формирования урожая лен потребляет за довольно короткий промежуток времени (около 20–15 дней): в период бутонизации – цветения, когда он быстро растет и образует большое количество органической массы. На 1 ц волокна лен выносит из почвы в среднем около 7–8 кг азота, 3–4 – фосфора, 7–10 кг калия, а на образование 1 ц воздушно-сухого вещества общего урожая (соломки, семян и мякоти) лен использует из почвы 1,11–1,17 кг азота, 0,31–0,33 – фосфора, 1,45–1,72 кг калия.

Поступление минеральных элементов в растения льна долгунца происходит в соответствии с физиологическими особенностями каждой фазы роста и развития. От всходов до начала фазы «елочки» общая потребность растений льна в питательных элементах очень невелика, так как стебель растет медленно, а лубяные волокна только начинают появляться. Однако в этой фазе быстро развивается корневая система, идет усиленное образование в клетках сложных белковых веществ, в том числе и нуклеиновых кислот, которые играют решающую роль в сохранении и проявлении наследственных свойств сорта. В этот период жизни, до образования 5–6 пар листьев, для льна долгунца критический период потребности в фосфоре. Первые три недели роста крити-

ческие и в отношении калия. Недостаток этих питательных элементов в период всходы – «елочка» приводит к необратимому и неисправимому нарушению биохимических процессов роста и развития, снижает устойчивость льна к болезням, отрицательно отражается на урожае соломы, семян и качестве волокна. В фазе «елочки» быстро увеличиваются число и размер листьев, возрастает и количество элементарных волокон. В это время для тканей льна-долгунца характерно высокое содержание минеральных веществ и повышенное осмотическое давление, что указывает на интенсивный обмен веществ. Растения в этой фазе содержат 2,4–4,3 % азота, 0,6–0,9 % фосфора и 3–4,5 % калия.

В зависимости от погоды, условий агротехники и содержания в почве питательных веществ в фазе «елочки» растения льна-долгунца усваивают 16–36 % азота, 6–15 % фосфора и 11–12 % калия от общего количества этих элементов, необходимо для формирования всего урожая соломы семян. Критический период потребности в азоте у льна-долгунца от фазы «елочки» до полного цветения. Потребление элементов питания растениями в это время резко возрастает. Наряду с энергичным приростом стебля в высоту и накоплением органической массы в процессе фотосинтеза идет усиленное образование элементарных волокон и лубяных пучков.

Важная характеристика питания льна-долгунца – суточное поглощение элементов в определенные фазы. Наиболее интенсивное суточное потребление азота, фосфора и калия наблюдается в период бутонизация-цветения (рис. 4; Дерюгин И.П., 1998), существенно опережая накопление органической массы. При внесении полного минерального удобрения суточное потребление питательных элементов, особенно азота и калия, значительно возрастает. Отмеченные закономерности поглощения элементов питания льном и характер их потребления по фазам вегетации свидетельствуют о высокой требовательности этой культуры к условиям питания. Для получения максимально возможного урожая с высокими качественными показателями основное количество удобрений должно быть дано в начальные фазы роста и развития льна. Это чаще всего обеспечивается, когда удобрения вносят до посева. В случае, например, недостатка азота рост льна задерживается, растения быстро стареют. К недостатку азота особенно чувствительны молодые растения. Однако избыточное азотное питание усиливает полегание, увеличивает продолжительность вегетации; при этом качество волокна резко снижается. Излишнее поступление азота приводит к расстройству углеводного обмена и является причиной образования крупноклеточных тканей, неоднородности и плохой (не граненой) формы элементарных волокон, рыхлого расположения волокон с пониженной прочностью на разрыв.

В первые периоды жизни растения испытывают большую потребность в фосфоре, который способствует более быстрому созреванию льна, повышению урожайности, как волокна, так и семян и улучшению качества продукции. Недостаток фосфора задерживает рост и созревание льна-долгунца и ограничивает длину и толщину стеблей, а также число клеток волокон. Таким образом, фосфор повышает тонкость и прочность волокон.

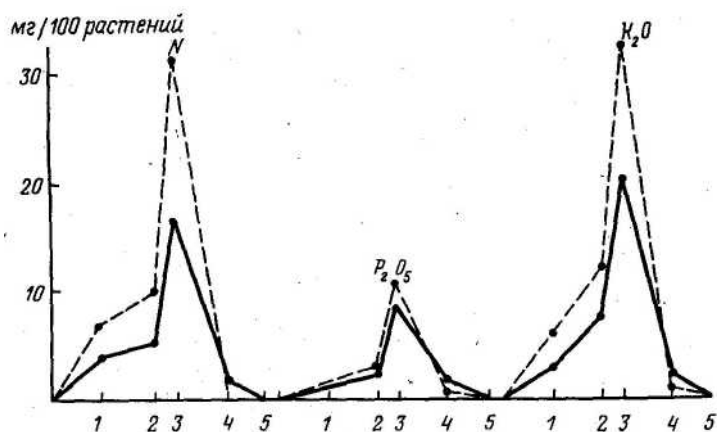


Рис. 4. Динамика поглощения элементов питания льном-долгунцом за сутки по фазам роста и развития:
 1 – «елочка»; 2 – бутонизация; 3 – цветение; 4 – зеленая спелость; 5 – желтая спелость. Сплошная линия – без удобрений; пунктирная – при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$.

На рост льна калий влияет в меньшей степени, чем азот и фосфор, однако сильное влияние он оказывает на формирование внутренней структуры стеблей. Калий обеспечивает усиленный синтез углеводов и передвижение их из листьев в стебли, где они являются источником образования гемицеллюлозы и целлюлозы. Следовательно, калий способствует формированию крепости, гибкости и номерности волокна льна. При недостатке калия (в период от фазы елочка до фазы цветения) элементарные волокна образуются овальные с большими просветами и тонкими стенками, лубяные пучки получаются рыхлые, волокно легкое и грубое, т. е. резко снижается качество волокна льна. Кроме того, понижается устойчивость льна к грибным заболеваниям.

Лен очень чувствителен к недостатку микроэлементов. Так для благоприятного развития анатомической структуры стебля, а также современного образования и созревания семян необходимо, чтобы в течение всего периода вегетации лен-долгунец был обеспечен бором. Он выполняет важную роль в структурной организации клеток всех тканей, оказывает решающее влияние на развитие корней, имеет большое значение в процессах развития пыльцы, оплодотворения и образования семян. Недостаток бора растения льна особенно ощущают на почвах, имеющих $pH=6,6-7,5$. При такой реакции почвенного раствора снижается поступление бора в растения в связи с тем, что уменьшается его подвижность. Потребность льна в боре усиливается в сухую и жаркую погоду, на почвах известкованных и дерново-карбонатных, а также при внесении под лен высоких доз минеральных удобрений.

Окислительно-восстановительные процессы в клетках и активность ферментов полифенолоксидазы и аскорбиноксидазы определяет медь. Практика показала, что недостаток меди может служить препятствием в получении высокого урожая при размещении льна на осушенных торфя-

ных почвах. Критический уровень содержания доступной меди в почве 0,35 мг/кг для льна и 0,40 мг/кг для пшеницы. На фоне резко выраженного недостатка меди снижено содержание хлорофилла в листьях льна, побеги в фазе «елочки» образуют розетку листьев вследствие подавления роста междоузлий стебля, не формируются репродуктивные органы.

Положительно влияют на растения льна марганец, кобальт, молибден и цинк. Молибден необходим для ассимиляции азота, так как входит в состав активного центра нитратредуктазы, а также является кофактором реакций аминирования. В составе фермента карбоангидразы цинк обеспечивает равновесие между H_2CO_3 и CO_2 , поддерживая запасы углекислоты для фотосинтеза. Цинк является также активатором ряда ферментов начальных этапов окисления углеводов. Кроме того, он активизирует синтез триптофана – предшественника ауксина индолилуксусной кислоты, поэтому оказывает большое влияние на регуляцию роста растений. Марганец является кофактором фермента супероксиддисмутазы и играет важную роль во многих окислительных реакциях. В фотосистеме II хлоропластов марганец играет важную роль в связывании и разложении молекул воды на водород и кислород.

Место в севообороте. Лен-долгунец относится к растениям, требовательным к предшественникам и правильному чередованию культур в севообороте. При бессменной культуре или частном возвращении на один и тот же участок наступает льноутомление – снижение или полная гибель урожая льна вследствие накопления в почве патогенов – возбудителей фузариоза, антракоза и полиспороза. Этому способствует также одностороннее истощение почвы и развитие специфических сорняков льна (плевел льняной – *Lolium linicola* Sond., троица льняная – *Spergula linicola* Boreau., рыжик льняной *Camelina linicola* Sch., повилика – *Cuscuta epilinum* Wein). В севооборотах лен необходимо размещать после озимой и яровой пшеницы, озимой ржи, картофеля, корнеплодов, гороха, вико-овсяной смеси. По этим предшественникам стебли льна бывают более выровненными, устойчивыми к полеганию и лучше приспособлены к механизированной уборке. В льносеющих хозяйствах наиболее распространены семи-, восьмипольные севообороты с одним полем льна и двумя полями многолетних трав (смесь клевера с тимофеевкой луговой). Как правило, лен в таких севооборотах размещается по пласту многолетних трав, не засоренному пыреем ползучим, при урожайности сена 3–4 т/га. Пласт с меньшей урожайностью трав дает худшие результаты, так как поле обычно засорено. Пласт при урожайности трав выше 4 т/га дает худшие результаты, так как вызывает полегание стеблей из-за избытка азота. На плодородных, хорошо удобренных почвах пласт многолетних трав уступает место другим предшественникам. Однако в большинстве льносеющих хозяйств, где почвы еще недостаточно окультурены, а количество вносимых под лен и другие сельскохозяйственные культуры удобрений невелико, многолетние бобовые или бобово-злаковые травы второго (реже первого) года пользования являются лучшими предшественниками

льна-долгунца. Сам лен является хорошим предшественником для картофеля, яровой пшеницы и других культур.

Рекомендуемые севообороты:

I. 1) пар (чистый или занятый); 2) озимые с подсевом клевера и тимфеевки; 3) многолетние травы первого года пользования; 4) многолетние травы второго года пользования; 5) лен; 6) картофель; 7) яровые зерновые.

II. 1) пар, занятый однолетними травами; 2) озимые с подсевом многолетних трав; 3, 4) многолетние травы; 5) лен; 6) озимые и яровые зерновые; 7) яровые зерновые и пропашные; 8) яровые зерновые.

III. 1) занятый пар; 2) озимые; 3) картофель; 4) лен; 5) озимые; 6) зернобобовые; 7) кукуруза; 8) яровые зерновые; возможен другой вариант: 1) занятый пар; 2) озимые; 3) яровые зерновые с подсевом трав; 4) многолетние травы; 5) лен; 6) озимые; 7) картофель; 8) кукуруза.

IV. 1. Пар (занятый, чистый)

2. Озимые с подсевом многолетних трав (клевер с тимфеевкой)

3. Многолетние травы 1-го года пользования

4. Многолетние травы 2-го года пользования

5. Лен-долгунец

6. Картофель, занятый пар

7. Зернобобовые культуры, озимые

8. Яровые зерновые

V. 1. Пар (чистый, занятый)

2. Озимые с подсевом многолетних трав (клевер с тимфеевкой)

3. Многолетние травы 1-го года пользования

4. Многолетние травы 2-го года пользования

5. Лен

6. Пропашные

7. Пар занятый

8. Озимые

9. Яровые зерновые

Удобрение. Правильная система льна долгунца удобрения осуществляется путем внесения органических и минеральных удобрений в поля севооборота с учетом плодородия почв, биологических особенностей культуры и экономической возможности хозяйства. Непосредственно под лен органические удобрения обычно не применяют из-за опасения вызвать его полегание, нарушение равномерности стеблестоя и засорения сорняками. Навоз вносят в паровое поле под озимые, картофель, сахарную свеклу, кукурузу, овощные и другие культуры. Он обладает последствием на протяжении нескольких лет. Под лен применяют хорошо перепревший некислый торф, торфонавозные компосты, птичий помет и люпин на зеленое удобрение. Лишь на песчаных, очень бедных питательными веществами почвах можно вносить осенью 10–15 т/га хорошо перепревших сыпучих торфонавозных компостов. Весной хорошо использовать под лен птичий помет в сухом измельченном виде из расчета 0,5–0,6 т/га. Эффективно внесение под лен осенью 10–15 т/га торфа, закомпостированного с фосфоритной мукой.

Наиболее высокие урожаи льна-долгунца получают при внесении под него полного минерального удобрения. Для одновременного повышения урожая и улучшения качества волокна отношение между азотом, фосфором и калием должно составлять на почвах, бедных азотом, 1:2:2 и на почвах, богатых азотом, 1:3:3 и даже 1:3:4. В зависимости от уровня плодородия почвы и планируемого урожая дозы минеральных удобрений под лен составляют: $N_{30-45}P_{60-90}K_{60-120}$. При выращивании льна на торфянистых почвах вносят фосфорно-калийные удобрения. На слабокультуренных торфянистых почвах вносят $P_{90}K_{120}$, на хорошо окультуренных $P_{60}K_{120}$.

Следует очень внимательно подходить к определению норм азотных удобрений под лен. Норму этих удобрений устанавливают в зависимости от предшественника и уровня урожайности. Лен чаще всего высевают после многолетних трав, картофеля и зерновых культур. В зависимости от урожайности клевера нормы азота удобрений корректируют следующим образом. При урожайности сена клевера свыше 40 ц/га вносят удобрения в норме N_{15} или не вносят совсем; при такой урожайности клевера в почве накапливается азота столько, что он может обеспечить получение урожайности 8-10 ц/га волокна. Если урожайность сена клевера меньше 40 ц/га, рекомендуется вносить удобрения в норме N_{20-25} . При урожайности сена клевера 20–30 ц/га норму удобрений увеличивают до N_{30-45} .

После хорошо унавоженного картофеля под лен рекомендуется вносить N_{20-30} , а после зерновых культур – N_{30-50} . Норма азотных удобрений изменяется в зависимости от окультуренности почвы, например, на высококультуренных почвах под лен рекомендуется вносить N_{30} , на среднекультуренных – N_{40} и слабокультуренных – N_{50} .

Дозу азотного удобрения уточняют по запасам минерального азота в слое 0–40 см. Если его более 50–60 кг/га, а доля нитратного азота составляет более 70 %, то допосевное внесение азотных удобрений не проводят, а дают подкормку в фазе елочки из расчета N_{15-20} по результатам растительной диагностики, когда содержание основных элементов питания ниже оптимальных значений (N – 3,6–4,8 %; P_2O_5 – 0,9–1,3; K_2O – 3,7–4 % на сухое вещество).

Фосфорно-калийные удобрения необходимо вносить с учетом агрохимических показателей почв. Поправочные коэффициенты для льна в зависимости от обеспеченности почв калием и фосфором, приведены в таблице 114.

Азотные удобрения под лен на всех почвах вносят под предпосевную обработку. При недостаточном внесении азотных удобрений под культивацию эффективно проведение ими подкормки в фазу елочки. Оптимальная доза N_{25-30} . Из азотных удобрений лучшими являются аммиачные, аммонийные и амидные, способствующие большему накоплению целлюлозы, чем нитратные формы. Нитратные формы сильнее повышают урожай, чем аммиачные, и амидные, но качество волокна при этом несколько снижается. На кислом фоне лучший результат дает

натриевая селитра, на нейтральном – аммиачная селитра и сульфат аммония. Внесение хлористого аммония снижает содержание целлюлозы.

Таблица 114 – Поправочные коэффициенты к средним нормам удобрений

Содержание в почве фосфора и калия	Удобрения	
	фосфорные	калийные
Очень низкое	1,3–1,5	–
Низкое	1	1,5–2,0
Среднее	0,6–0,7	1,0–1,5
Повышенное	0,5	0,8–1,0
Высокое	0,2–0,3	0,7–0,8
Очень высокое	рядковое удобрение	

Фосфорные и калийные удобрения лучше всего вносить осенью или рано весной. При этом наибольший эффект достигается при послойном распределении этих удобрений в пахотном горизонте почвы, когда часть их вносится осенью под зяблевую вспашку, а другая часть – весной под культивацию. Почти во всех случаях отмечается положительный эффект от внесения на 1 га 25–50 кг гранулированного суперфосфата в рядки при посева льна. Фосфорные и калийные удобрения используются для подкормки в тех случаях, когда они до посева не вносились или вносились в недостаточных количествах, при этом дозы определяются также с учетом обеспеченности почв этими элементами. При решении провести подкормку необходимо помнить, что подкормки посевов льна-долгунца минеральными удобрениями позднее 15–20 дней после всходов почти бесполезны. Обусловлено это тем, что стебель являющийся целью его возделывания, формируется в первой половине вегетации. Из форм фосфорных удобрений, кроме гранулированного суперфосфата, можно применять обесфторенный фосфат, термофосфат, преципитат и фосфоритную муку. Из фосфорных удобрений, вносимых под лен на почвах с повышенной кислотностью, можно сочетать фосфоритную муку и суперфосфат, при этом необходимо учитывать, что хотя лен и выращивается на кислых почвах, но он плохо усваивает элементы питания из труднодоступных форм. Поэтому поступают так: при $pH=5-5,5$ вносят половину дозы (основного удобрения) суперфосфата и половину дозы фосфоритной муки; при $pH<5$ вносят 25 % суперфосфата и 75 % фосфоритной муки; при $pH>5$ вносят 75 % суперфосфата и 25 % фосфоритной муки. В начале своего развития растения льна используют фосфор из суперфосфата, а затем – из фосфоритной муки.

Под лен лучше применять бесхлорные калийные удобрения (избыток хлора ухудшает качество волокна): сульфат калия, калийную селитру, калимаг и калимагнезию. Из хлорсодержащих удобрений лучшим является хлористый калий, который необходимо вносить с осени под зяблевую вспашку, т. к. за осенне-весенний период хлор легко вымывается из пахотного слоя почвы.

Очень эффективное калийное удобрение под лен – древесная зола, в которой, кроме калия, содержится фосфор, а так же значительное количество извести и бора. Вносят золу перед весенней культивацией.

Питательные вещества, вносимые под лен в виде удобрений, растения усваивают неодинаково азота – до 90 %, калия – 60, фосфора – до 20 %. Фосфор значительно лучше усваивается из гранулированных фосфорных удобрений. На темноцветных, испытывающих избыток влаги почвах, а также на известкованных, где лен испытывает недостаток в боре или поражается бактериозом, следует вносить по 15–20 кг/га борно-доломитового удобрения. На болотных почвах хорошее действие на лен оказывают медные удобрения: по 20–25 кг/га сульфата меди или 4–6 кг/га пиритных огарков. Лен лучше растет на почвах, имеющих слабокислую реакцию с незначительным содержанием (до 2 мг/100 г почвы) подвижного алюминия. Он отрицательно реагирует на полные и повышенные нормы извести. При доведении известкованием реакции почвенного раствора до нейтральной, даже если урожайность льна не снижается, то возрастает заболеваемость растений бактериозом и ухудшается качество волокна. Вредное влияние повышенных норм известковых удобрений обусловлено нарушением нормального питания растений, прежде всего калием и бором.

Доведение pH_{KCl} дерново-подзолистых почв до 7,2 обуславливает увеличение продолжительности вегетации растений на 7–14 дней и снижение качества продукции. При известковании почвы непосредственно под лен-долгунец происходит усиление одревеснения волокон. В севооборотах с льном известь вносят или в паровом поле, или под покровную для многолетних трав культуру. Нормы извести рассчитывают с учетом кислотности и механического состава почвы.

Известкуют в первую очередь почвы, имеющие pH 4,5 и ниже, затем почвы с pH 4,6–5,0 и в последнюю очередь – с pH 5,1–5,5. Для известкования чаще всего используют известь и доломитовую муку. Норму извести, необходимую для уменьшения кислотности пахотного слоя почвы до слабокислой реакции, при которой хорошо развивается большинство сельскохозяйственных культур (pH солевой вытяжки 5,6–5,8), называют полной или нормальной нормой, которая зависит от кислотности почвы. Полную норму извести ($CaCO_3$ в т/га) можно вычислить по гидролитической кислотности, выражаемой в мг-экв. на 100 г почвы, которую умножают на коэффициент 1,5, т. е. доза $CaCO_3 = H_f \cdot 1,5$. Нормы извести в пересчете на $CaCO_3$ в льняных севооборотах рекомендуются следующие (табл. 115).

Норма извести, рассчитанная по гидролитической кислотности, должна составлять на тяжелых по механическому составу почвах 1/2 и легких 1/4 полной дозы. Для известкования кислых почв в льняных севооборотах чаще всего применяют известковую или доломитовую муку. Кроме этих удобрений, поставляемых промышленностью, для известкования можно применять рыхлые известковые породы местного значения – известковый туф, мергель, озерную известь, торфотуфы, а также отходы промышленности – сланцевую золу, дефекат, отзол и др.

Таблица 115 – Норма извести в льняных севооборотах в зависимости от рН почвы

Гранулометрический состав почвы	Норма извести при рН КСl-вытяжки, т/га CaCO ₃		
	≤4,5	4,6–5	5,1–5,5
Суглинки супесчаные и легкие	2	1,5	1
Суглинки средние и тяжелые	3	2,5	2

В таблице 116 приведена примерная схема системы удобрения в льняном севообороте, рекомендуемая Всесоюзным научно-исследовательским институтом льна (Долгов и др., 1968).

Таблица 116 – Примерная схема системы удобрения в льняном севообороте

Поля севооборота	Доза удобрения на 1 га
1. Пар чистый или занятый	Навоз, торфо-навозные и другие компосты – 20-40 т, хлористый калий – 0,5–1 ц, фосфоритная мука – 3–5 ц, на кислых почвах – 1–2 т извести. При посеве озимых – гранулированный суперфосфат в рядки 0,3–0,7 ц
2. Озимые с подвесом многолетних трав	Ранневесенняя подкормка посевов аммиачной селитрой – 0,5–1 ц. Обработка семян молибденовым удобрением по 25–50 г/ц. При посеве клевера внесение в рядки 0,3–0,5 ц/га гранулированного суперфосфата. На кислых почвах, не известкованных в пару, внесение 5–10 ц извести до боронования озимых или в рядки с семенами клевера по 1,5–3 ц
3. Многолетние травы первого года пользования	Ранневесенняя подкормка P ₃₀₋₉₀ и K ₃₀₋₉₀
4. Многолетние травы второго года пользования	Ранневесенняя подкормка P ₄₅ K ₄₅ , а также борнодатолитовыми удобрениями 20–50 кг
5. Лен-долгунец	Внесение до посева, при посеве и в подкормку полного минерального удобрения N ₁₅₋₄₅ P ₄₀₋₉₀ K ₆₀₋₁₂₀ . Борнодатолитовое удобрение по 20–30 кг
6. Картофель	Органические удобрения до 30 т в сочетании с минеральными – N ₃₀₋₆₀ P ₆₀₋₉₀ K ₃₀₋₉₀
7. Яровая пшеница или горох	Для яровой пшеницы – полное минеральное удобрение: N ₃₀₋₆₀ P ₃₀₋₉₀ K ₃₀₋₉₀ , для гороха P ₃₀₋₉₀ K ₃₀₋₉₀ ; обработка семян гороха молибденовыми удобрениями по 25–50 г/ц семян
8. Овес	Использует последствие удобрений, внесенных под предшествующие культуры

Конопля

Распространение. Современный ареал конопли в северном полушарии включает широкую зону, куда входят Япония, нетропический Китай, Корейский полуостров, нетропические части Индостана, Средняя Азия, Иран, Малая Азия, Сирия, Сибирь и европейская часть России, средняя и западная часть Европы, север Африки и средние и северные широты восточной части США. В южном полушарии культура конопли

развивается в Чили и Австралии. В Российской Федерации конопля успешно растет в Поволжье, Западной Сибири, на Северном Кавказе. Зона Северо-Кавказского коноплесейяния включает Краснодарский и Ставропольский края, Северную Осетию и Кабардино-Балкарию.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Наиболее полно отвечают биологическим особенностям конопли низинные почвы и осушенные торфяники с уровнем грунтовых вод не ближе 0,75 м от поверхности. Лучшими для конопли считаются средне гумусированные черноземы различной степени выщелоченности и темно-серые оподзоленные почвы. Менее пригодны – серые оподзоленные и дерново-подзолистые почвы. По гранулометрическому составу лучшими для конопли являются суглинистые и супесчаные почвы. Конопля очень чувствительна к повышенной кислотности почвы. Оптимальная реакция почвы для нее при pH 6,5-7,5 (табл. 117).

Солонцеватые, засоленные, слитые почвы для конопли непригодны. Из-за низкого потенциального плодородия она не возделывается на легких песчаных и супесчаных почвах.

Таблица 117 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для конопли

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	–
pH водной суспензии	6,0–6,5	6,5–7,5	7,5–8,6
Плотность, г/см ³	1,10–1,30	1,30–1,40	1,40–1,55
Содержание физической глины, %	20–30	30–60	60–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	3–6
Плотный остаток, %	–	< 0,2	–
Содержание CaCO ₃ , %	–	0,3	3–6

Важнейшей биологической особенностью растений конопли является высокая потребность в легкодоступных питательных веществах. Высокая требовательность этой культуры к элементам питания связана с коротким периодом их усвоения и сравнительно слабо развитой ее корневой системой. На 1 т сухой массы урожая она выносит из почвы азота 12-20 кг, фосфора 4-6 и калия 6-12 кг. Интенсивность поступления элементов питания на протяжении вегетационного периода значительно изменяется. Основное количество их поглощается растениями конопли в период от всходов до цветения (табл. 118).

В отдельные периоды роста конопля по-разному реагирует на различные элементы питания. Положительное влияние азота на рост конопли начинает проявляться с фазы трех пар листьев. Наиболее интенсивное поглощение этого элемента растениями конопли наблюдается от начала фазы бутонизации до цветения. Внесение азотного удобрения в фазе трех-четырёх пар листьев обеспечивает нормальный рост и развитие растений конопли. Применение их позднее этой фазы за счет уменьшения его дозы при внесении до посева нецелесообразно, т. к. урожай конопли при этом снижается.

Таблица 118 – Динамика потребления элементов питания растением конопли, % от максимума

Фаза развития	Число дней от всходов	Накопление		
		азота	фосфора	калия
Три пары листьев	23	27	18	29
Бутонизация	48	60	45	61
Цветение	65	94	95	96
Созревание семян	131	100	100	100

В начале роста конопля поглощает фосфора сравнительно мало, однако недостаток его в это время ослабляет последующее развитие растений. Конопля от появления всходов до образования 5-6 пар листьев чувствительна к недостатку усвояемого фосфора в почве. Опыты показывают, что в этот период кратковременное исключение или снижение содержания фосфора в питательной среде уменьшает урожай, и последующее его внесение не исправляет отрицательного влияния на растения дефицита в начале роста. Большое влияние фосфор оказывает и в период образования семян. Сбалансированное азотно-фосфорное питание способствует получению высокого урожая хорошего качества.

Калий наиболее интенсивно потребляется коноплей в первой половине вегетации. При его недостатке в почве в этот период ослабляется интенсивность роста, задерживается развитие генеративных органов, снижается урожай волокна. В сочетании с азотом и фосфором он оказывает положительное влияние на рост и развитие конопли в течение всего периода вегетации. Калий способствует повышению содержания и улучшению качества волокна, оказывает сильное влияние на образование органов плодоношения и урожай семян.

Место в севообороте. Коноплю возделывают в специальных севооборотах после пропашных, зерновых и зернобобовых культур. Лучшими предшественниками конопли являются кукуруза, картофель, озимая пшеница, сахарная свекла, клевер первого года пользования. Допустимы повторные посеы конопли. Однако бессменная культура (на специальных участках – конопляниках) приводит к уменьшению урожаев из-за распространения вредителей, болезней и паразитов. К числу существенных недостатков монокультуры конопли следует отнести неравномерное и одностороннее использование растениями питательных веществ, внесенных в почву с навозом и другими видами удобрений. По данным А.С. Хренникова, конопля поглощает NPK из почвы в соотношении 100:30:60, в навозе же они содержатся в соотношении 100:50:120. Следовательно, при длительном внесении навоза под бессменные посеы конопли происходит недоиспользование фосфора и калия, которые из года в год в большом количестве накапливаются в почве. В свою очередь, конопля самая является хорошим предшественником этих культур. При недостатке органических удобрений в хозяйстве в качестве предшественников под коноплю следует использовать многолетние травы, горох, кормовой люпин, убираемый на зерно или зеленый корм.

Примерные схемы севооборотов:

I) конопля – сахарная свекла – конопля – картофель – конопля – кукуруза.

II) конопля – картофель – конопля – кукуруза – конопля, картофель и корнеплоды.

III) кукуруза на силос – конопля – картофель – конопля – сахарная свекла.

IV) конопля – картофель – конопля – картофель и сахарная свекла – конопля – озимая пшеница – кукуруза на зерно.

На легких супесчаных почвах севообороты могут иметь такое чередование культур: 1) кормовой люпин на силос с последующей запашкой отавы на удобрение; 2) конопля; 3) картофель; 4) конопля.

V) озимая пшеница – многолетние травы – озимая пшеница – конопля – кукуруза на зерно – зернобобовые – конопля – кукуруза на зерно – подсолнечник – кукуруза на силос – озимая пшеница.

Удобрение. Хороший урожай может быть получен только на плодородных почвах при систематическом внесении органических и минеральных удобрений. Важнейшим органическим удобрением под коноплю является навоз, который вносят под зяблевую вспашку или при весенней перепашке. Применение навоза повышает содержание легкодоступных элементов питания в почве, улучшает ее агрофизические свойства, что в конечном итоге обеспечивает оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. На систематически удобрявшихся почвах средней окультуренности после пропашных культур, удобренных навозом, под коноплю рекомендуется вносить не более 20 т/га навоза, на выщелоченных черноземах и серых лесных почвах – 20-30, на оподзоленных суглинистых почвах и среднеокультуренных полевых почвах – 30-40, на заливных пойменных почвах и выщелоченных черноземах Северного Кавказа – 10-20 т/га. навоз применяют или непосредственно под коноплю, или под предшественник. Его последствие продолжается 6-8 лет. Из других органических удобрений вносимых под коноплю имеют значение торфонавозные и торфофекальные компосты (20-30 т/га), птичий помет в сухом измельченном виде (6-8 ц/га) или разведенный в воде (в отношении 1:5) и разбавленная навозная жижа (10 т/га). Птичий помет чаще используют для подкормки посевов конопли. На песчаных и супесчаных почвах под коноплю используется также зеленое удобрение.

Для получения высоких урожаев конопли в основных районах ее возделывания могут быть рекомендованы следующие примерные нормы органических и минеральных удобрений (табл. 119).

В конкретных условиях нормы удобрений необходимо устанавливать с учетом агрохимических показателей почвы и удобренности предшественника. На темно-серых оподзоленных почвах, содержащих весной перед севом в слое 0-40 см 8-10 мг/100 г почвы (по Корнфилду)

подвижного азота, эффективной нормой азотного удобрения под коноплю является 120 кг/га, на почвах, содержащих 14-15 мг подвижного азота, – 90 кг/га. Оптимальные нормы фосфорных и калийных удобрений на темно-серых оподзоленных почвах и черноземах выщелоченных в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия в них приведены в таблице 120.

Таблица 119 – Примерные нормы удобрений под коноплю

Почвы	Минеральные удобрения, кг/га			Навоз, компосты, т/га
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Дерново-подзолистые, серые оподзоленные суглинистые	120	90–120	90–120	40–50
Серые и темно-серые оподзоленные суглинистые	90–120	60–90	60–90	30–40
Черноземы оподзоленные и выщелоченные	60–90	60–90	60–90	20–30
Черноземы выщелоченные Северного Кавказа	45–60	45–60	45–60	20
Почвы заливных пойм рек (минеральные почвы)	60–90	60	60	–

Таблица 120 – Оптимальные нормы фосфорных и калийных удобрений под коноплю

Содержание, мг/100 г почвы		Рекомендуемая норма удобрений, кг/га	
подвижного фосфора	обменного калия	фосфора	калия
< 5	< 5	90	90
5–10	5–10	60	60
>10	>10	30	30

Эффективность различных нормы соотношений минеральных удобрений на фоне навоза изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий и уровня плодородия почвы. Наиболее эффективные нормы минеральных удобрений под коноплю на фоне внесения 30 т/га навоза: на темно-серой оподзоленной среднеокультуренной почве – N₉₀P₆₀K₆₀; на менее окультуренной – N₁₂₀P₆₀K₆₀; на черноземе выщелоченном среднеокультуренном – N₆₀P₆₀K₆₀; на черноземе оподзоленном – N₁₂₀P₆₀K₆₀.

Эффективность удобрений на торфяно-болотных почвах зависит от степени их окультуренности. На давно освоенных почвах необходимо вносить P₄₅₋₆₀K₁₅₀₋₁₈₀, на вновь освоенных – N₃₀₋₆₀P₆₀K₁₂₀₋₁₅₀. Один раз в 4–5 лет на торфяно-болотных почвах следует вносить микроудобрения: по 5–6 кг/га меди в форме медного купороса или пирит-

ного огарка и там, где необходимо, – 1–1,5 кг/га бора в форме борнода-толитового или бормагниевого удобрения.

Эффективность минеральных удобрений наиболее высокая на подзолистых, серых и темно-серых лесных почвах, а также на выщелоченных черноземах. На обыкновенных черноземах положительное действие удобрений несколько снижается, что объясняется небольшим количеством осадков в зоне расположения этих почв. При орошении эффективность удобрений значительно увеличивается. Эффективность минеральных удобрений в значительной степени зависит от сроков и способов их внесения. Лучшие результаты получаются при внесении фосфорных и калийных удобрений осенью под зяблевую вспашку, а азотных весной под предпосевную культивацию. Влияние удобрений на урожай может быть значительно повышено, если азотные удобрения вносить примерно за две декады до посева конопли.

Аммонийные формы азотных удобрений рекомендуется вносить под вспашку зяби, за исключением почв легкого гранулометрического состава. На заливных и торфяноболотных почвах все удобрения вносят весной.

Во всех коноплесеющих районах страны целесообразно использовать фосфорные удобрения в два приема: суперфосфат или фосфоритную муку под основную обработку почвы, а гранулированный суперфосфат – в рядки при посеве. В рядки при посеве используют гранулированный суперфосфат из расчета P_{10-15} .

Подкормки применяют исключительно при недостатке основного удобрения в фазу 2–3 пары листьев в дозе $N_{30}P_{20}K_{20}$, или 5–7 ц/га птичьего помета, или 5–6 т/га навозной жижи, или 10 т/га фекалий, разбавленных водой соответственно в 5–6, 2–3 и 3–4 раза. Эффективность подкормки значительно возрастает при заделке удобрений в почву на глубину 10–12 см на расстоянии 10–12 см от рядка, что возможно только на широкорядных посевах.

Лучшими формами азотных удобрений на посевах конопли являются сульфат аммония и аммонийная селитра, фосфорных – суперфосфат (на кислых почвах фосфоритная мука), калийных – хлористые и сернокислые соли.

Сложные удобрения (нитрофоска азотносульфатная, нитроаммофоска, диаммонитрофоска, аммофос, диаммофос), внесенные под предпосевную культивацию на темно-серых оподзоленных почвах и черноземах выщелоченных, оказывают такое же действие на урожай и качество конопли, как эквивалентная им по содержанию питательных веществ смесь простых удобрений. Дозу сложных удобрений в качестве основного определяют по элементу, который находится в составе удобрений в большем количестве. Недостающие элементы питания вносят в виде простых удобрений.

В связи с высокой требовательностью конопли к плодородию почвы и необходимостью внесения больших доз органических и минеральных удобрений в хозяйстве целесообразно иметь специальные севообороты. В них конопля должна занимать не менее 50 % площади. В

качестве примера приведем следующую схему системы удобрения на выщелоченном черноземе (табл. 121).

Таблица 121 – Схема системы удобрения в севообороте с коноплей

Культура	Навоз, т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		кг/га		
Вика с овсом на зеленый корм с подсевом трав	40	50	200	400
Травы 1-го года	–	–	–	–
Травы 2-го года	–	–	–	–
Конопля	–	200	120	120
Конопля	60	150	90	60
Кукуруза	–	150	90	100
Конопля	60	150	60	60
Конопля	–	200	90	100

Значительная часть посевов конопли размещена в зоне, где почвы характеризуются кислой реакцией. При систематическом применении физиологически кислых форм минеральных удобрений на оподзоленных почвах повышается почвенная кислотность и изменяется состав поглощенных оснований, что приводит к снижению эффективности минеральных удобрений. К тому же конопля очень чувствительна к кислотности почвы. Основным средством для устранения этих нежелательных явлений является известкование, которое проводят на предшественнике или непосредственно под коноплю.

Норму извести устанавливают, исходя из гидролитической кислотности почвы. Норму извести находят умножением показателя гидролитической кислотности, выраженного в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы, на коэффициент 1,5. На песчаных и супесчаных почвах следует вносить половину нормы извести, установленной по гидролитической кислотности, а на более тяжелых суглинистых и глинистых почвах – 0,75 нормы. Лучшим известковым удобрением является доломитовая мука, которая содержит углекислый кальций и магний. Необходимо помнить, что под влиянием извести снижается усвоение растениями калия. Поэтому известкование не только кислых, но и слабокислых светло-серых и темно-серых оподзоленных почв под коноплю следует проводить с одновременным внесением повышенных (против обычных в два раза) норм калия. Азотные и фосфорные удобрения в этом случае вносят в обычных нормах.

Джут

Распространение. Джут – типичное растение влажных тропиков и субтропиков. Основные площади под джутом находятся в Юго-Восточной Азии: в Индии, Китае, Таиланде. В Африке и Южной Америке его посевы крайне редки.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Успешная культура джута возможна на различных почвах за

исключением песчаных и тяжелых глинистых. В Индии и Пакистане основные плантации джута размещаются на глинистых аллювиальных почвах, которые обычно достаточно обеспечены кальцием, фосфором и калием. После паводка такие почвы обогащаются органическими минеральными питательными веществами. Джутовые почвы в Индии часто кислые ($\text{pH} \leq 5$). В Бразилии джут выращивают на низинных заливных берегах Амазонки.

Для образования 1–1,5 т волокна джут потребляет 110–260 кг азота, 110–120 – фосфора (P_2O_5), 160–200 кг калия (K_2O). Недостаток азота вызывает пожелтение и опадение листьев, торможение роста стебля; фосфорное голодание проявляется в появлении бледно-зеленой окраски листьев, уменьшении количества завязей и снижении качества волокна. При недостатке калия растения теряют устойчивость к стеблевой гнили и легко поражаются различными грибковыми заболеваниями, ухудшается качество волокна, по краям листьев появляется коричневая окраска. Реакция джута на различные питательные элементы неодинаковая. Отзывчивость на азот у джута на всех почвах и во всех районах культуры довольно высокая; на фосфор и калий джут реагирует только на почвах, бедных этими элементами.

Место в севообороте. Джут, выращиваемый в тропиках на волокно, занимает плантацию, примерно четыре месяца. Обычно период его вегетации совпадает с дождливым сезоном. В остальные сезоны года участки заняты другими культурами – рисом, бобовыми, овощами, горчицей. При размещении круглоплодного джута во влажный сезон на низинных затопляемых участках за ним следует рис, а затем бобовые. На возвышенных местах длинноплодный джут высевают в начале дождливого сезона, за ним в сухом сезоне возделывают картофель или зерновые – пшеницу, ячмень. В Китае джут чередуют с пшеницей. Бессменная культура джута допустима не более двух лет на одном месте.

Удобрение. Органические удобрения – навоз или компосты – вносят под вспашку в норме до 10 т/га. Ориентировочные нормы минеральных удобрений: $\text{N}_{80-100}\text{P}_{60-90}\text{K}_{100-180}$. Наиболее высокий эффект от удобрений получают при внесении половины их нормы в фазу всходов (на 14-й день после посева), а другой половины – 20 дней спустя. На кислых почвах рекомендуется внесение извести – примерно 1,5 т на 1 га (один раз в 4 года).

Кенаф

Распространение. Среди тропических лубоволокнистых культур кенаф занимает второе место после джута. Его возделывают в основном в тропических и субтропических странах. Много выращивают кенафа в Пакистане, Индии, Индонезии, Китае, на Цейлоне, в Таиланде, Иране, Бразилии, Мексике, на Кубе, в Кении, Судане, Гватемале, Аргентине, Бирме, на Антильских островах и юге Европы. В Российской Федерации небольшие площади засеваются кенафом в Краснодарском крае. Урожайность волокна кенафа в мире составляет около 1–1,5 т/га.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Кенаф предпочитает легкосуглинистые высокогумусированные почвы. Хорошо удается на сероземах, луговых и аллювиально-луговых почвах. Оптимальная величина рН почвы для него 6–6,8. непригодны для кенафа засоленные и заболоченные почвы.

При урожае 100 ц воздушно-сухих стеблей с 1 га кенаф выносит из почвы 120–150 кг азота, 60–80 – фосфора и 120–160 кг калия. Наиболее высокая потребность в элементах питания проявляется у него в период интенсивного роста растения, особенно от начала фазы бутонизации до массового цветения. В начальный период вегетации кенаф проявляет наибольшую потребность в фосфоре и калии. Недостаток этих элементов обычно приводит к угнетению растений и приостановке роста. Положительная роль азота особенно на фоне фосфора и калия проявляется на всем протяжении жизни растений. Вместе с тем избыток азота в начальный период роста и развития растений может привести к изреживанию посевов, а в период интенсивного роста – к снижению прочности волокна.

Место в севообороте. Лучшие предшественники кенафа – озимые хлеба, пропашные, зернобобовые культуры и люцерна. В хлопково-люцерно-кенафных севооборотах кенаф обычно чередуется с хлопчатником. Наиболее эффективны 10–12-польные севообороты, где одно поле занимает ячмень или овес на зерно с подсевом люцерны, второе и третье поля – люцерна, на остальных полях севооборота хлопчатник чередуется с кенафом. Нередко в таких севооборотах после посева технических культур размещают кукурузу (на силос или зерно), которая является хорошим предшественником для кенафа и хлопчатника. В кенафосеющих хозяйствах распространены севообороты и без посева люцерны, например с таким чередованием культур: 1 – кукуруза с пожнивными сидератами; 2–5 – техническими культуры (чередование кенафа и хлопчатника); 6 – кукуруза с пожнивными сидератами; 7–10 – техническими

Удобрение. Под кенаф применяют органические и минеральные удобрения. Навоз в хорошо перепревшем виде из расчета 15–20 т/га вносят осенью под зяблевую вспашку. Нормы минеральных удобрений дифференцируют в зависимости от плодородия почвы, агротехники и планируемой урожайности кенафа. Годовая норма внесения удобрений под кенаф составляет $N_{120-150} P_{150-180} K_{90-120}$.

Удобрения под кенаф применяют дробно: 50 % фосфорных и калийных удобрений вносят осенью под зяблевую вспашку, остальные удобрения, включая азотные, – при посеве и в подкормки. Обычно практикуют две подкормки растений. Первую дают через 25–30 дней после появления всходов, вторую – через 25–30 дней после первой, то есть в фазе бутонизации.

3.7. Сахароносные культуры

Сахароносные культуры возделывают для получения сахара, спирта, глицерина, лимонной кислоты и других побочных продуктов. Для человека сахар служит источником энергии, легко усвояемой организмом. При переутомлении содержание сахара в крови снижается, что резко сказывается на работоспособности. Пища, включающая сахар, быстро восстанавливает физические и умственные силы. В развивающихся странах тропического пояса Юго-Восточной Азии, Африки и Америки, где рацион человека беден белками, сахар и вещества, богатые углеводами, занимают большое место в питании населения.

Источником чистого кристаллического сахара являются два растения – сахарный тростник (*Saccharum officinarum* L.) – основная сахароносная культура районов тропической зоны (30° с.ш. -30° ю.ш.) и сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.), возделываемая в странах умеренного пояса (45–59° с.ш.).

Сахарная свекла

Распространение. Как культурное растение свекла используется с древних времен. Колумела в I в. н.э. писал:

... И из жирной почвы ударом железного орудия
Извлекается зеленолистая с белым корнем свекла.

Впервые растения свеклы стали возделываться в Передней Азии. Даже сейчас на землях Малой Азии и Сирии, включая районы Древней Армении, окрестности озера Ван и низменные районы по Тигру и Евфрату распространены дикорастущие формы свеклы.

В настоящее время сахарная свекла культивируется в средних широтах Европы и Северной Америки. Северная граница культуры идет от южной части Британской Колумбии к Великим озерам и южной границе Пенсильвании. В Европе она проходит по северу Англии, югу Швеции, бассейну Западной Двины, Верхнему Поволжью и югу Приуралья. В Сибири свеклосеяние охватывает южные части бассейнов местных рек, и затем его граница спускается к проливу Лаперуза. Тропический разрыв в ареале сахарной свеклы, где конкурентом ее выступает экономически более выгодный сахарный тростник, очень широк. Южные границы культуры сахарной свеклы в северном полушарии очерчиваются линией, проходящей по югу США, от юга Калифорнии до севера Флориды, по европейскому побережью Средиземного моря, северу Малой Азии севернее бассейна Тигра и Евфрата, Средней Азии и югу Сибири, опускаясь на востоке до Кореи и острова Хоккайдо. В южном полушарии посевы сахарной свеклы сосредоточены в средней зоне Аргентины и Юго-Восточной Австралии. К странам с развитым свеклосеянием относятся Россия, Украина, США, Франция, Польша, Германия, Италия, Испания, Англия, Чехия, Румыния и Венгрия. В Европе сосредоточено 80% всех посевных площадей и валового сбора сахарной свеклы.

В Российской Федерации посевы сахарной свеклы сосредоточены в основном в европейской части. Более половины их находится в Цен-

трально-Черноземной зоне – Воронежской, Курской, Тамбовской, Белгородской, Липецкой областях, и на юге Нечерноземной зоны – Орловской, Рязанской, Тульской областях. На большой площади эту культуру возделывают в Башкортостане, Татарстане и в Пензенской области. Крупным свеклосеющим регионом России является Северный Кавказ (Краснодарский и Ставропольский края). На небольшой площади сахарную свеклу возделывают в Горьковской, Ульяновской, Саратовской, Куйбышевской областях, Мордовии и Чеченской республике. В послевоенные годы в крупную базу свекловодства превратился Алтайский край.

Требование к почве и особенности минерального питания.

Наиболее пригодны для возделывания сахарной свеклы почвы, обладающие мощным гумусовым горизонтом, высоким содержанием элементов питания, хорошими водно-физическими свойствами. Это черноземы оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные, коричневые выщелоченные и типичные почвы, бруниземы, лугово-черноземные почвы, руброземы аллювиально-луговые и луговые почвы. Оптимальная реакция почвенного раствора (рН) колеблется для этой культуры от 6,5 до 8,2 (табл. 122; Вальков В.Ф., и др., 2007).

Таблица 122 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для сахарной свеклы

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	–	3-8	
РН водной суспензии	5,5-6,5	6,5-8,2	8,2-8,6
Плотность, г/см ³	1,10-1,30	1,30-1,35	1,35-1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20-30	30-45	45-70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 6	6-8
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	0,2-0,4	0,4-0,8
Содержание CaCO ₃ , %	–	0-5	5-8

Сахарная свекла, особенно семенники, плохо переносит переувлажнение и близкое стояние грунтовых вод. Такие почвы мало пригодны для ее возделывания. Для нее большое значение имеют плотность сложения почвы и ее агрегатный состав. Для роста сахарной свеклы более пригодны структурные почвы с преобладанием водопрочных агрегатов размером 1-3 мм. По гранулометрическому составу предпочтительнее суглинистые. На песчаных, а также тяжелых глинистых почвах темпы роста сахарной свеклы снижаются. Более благоприятные условия для ее роста и развития складываются при следующих показателях объемной массы почвы: черноземов – 1,0–1,2 г/см³, каштановых и серых лесных – 1,2–1,3, дерново-подзолистых – 1,2–1,4 г/см³.

Сахарная свекла отличается солевыносливостью и на солонцеватых почвах может давать довольно высокие урожаи с хорошим качеством корнеплодов. Корневая система ее хорошо развита, использует элементы питания из разных слоев почвы и накапливает большую ор-

ганическую массу. Уже через 2 месяца после посева корневая система растений проникает на глубину 1,0–1,2 м, к концу вегетации до 2,0–2,5 м, а в стороны разрастается более чем на 1 м. В процессе вегетации сахарная свекла выносит довольно большое количество элементов питания. На каждую тонну корнеплодов и соответствующее количество ботвы она выносит из почвы 5–7 кг азота, 2–3,5 – фосфора (P_2O_5) и 6–8 кг калия (K_2O). Кроме того, сахарная свекла потребляет много кальция, натрия, магния, серы, железа, а также микроэлементов – бора, марганца, кобальта, меди, цинка, йода, молибдена. Отношение $N:P_2O_5:K_2O$ в урожае обычно составляет 1:0,2:1,3. Эта культура характеризуется растянутым потреблением элементов питания, продолжающимся почти до уборки. Наибольшее поступление их в растения происходит в период усиленного роста корней и листьев. Количество азота и зольных элементов в урожае свеклы подвержено значительным колебаниям и зависит от соотношения ботвы и корнеплодов.

В первоначальный период развития растений сахарной свеклы, когда их корневая система развита слабо, необходимо наличие в почве легкорастворимых форм элементов питания в непосредственной близости к прорастающему семени. Наличие их в почве обеспечивает дружные всходы, повышает устойчивость растений против поражения болезнями и вредителями. Недостаток питательных веществ в этот период отрицательно сказывается на дальнейшем росте и развитии корнеплода и накоплении в нем сахарозы.

Азот. Растения сахарной свеклы нуждаются в азоте на протяжении всей вегетации, но наиболее чувствительны к его недостатку в первой половине вегетации, когда происходит интенсивное нарастание ассимилирующей поверхности. При недостатке азота листья у сахарной свеклы приобретают светло-зеленый оттенок, становятся бледно-желтоватыми, прекращается рост и ускоряется их отмирание, угнетается развитие корневой системы, прирост корнеплода уменьшается, все это приводит к преждевременному созреванию свеклы и снижению ее урожая. При избыточном азотном питании усиливается развитие листьев, затягивается созревание свеклы, сахаристость корнеплода уменьшается, в нем повышается содержание азота и зольных элементов, что снижает технологические качества свеклы. Чтобы получить высокий урожай корнеплодов с хорошими технологическими качествами, необходимо обеспечить на ранних фазах вегетации свеклы умеренное питание растений азотом, в период формирования основной массы листьев нужно удовлетворить потребности растений во всех элементах минерального питания, а по мере приближения растений к созреванию следует несколько ограничить их азотное питание.

Фосфор. Критический период в отношении фосфора отмечен в начальный период развития, когда растения сахарной свеклы очень слабо усваивают его из труднорастворимых форм. При фосфорном голодании листья у растений приобретают тусклую темно-зеленую окраску с синеватым оттенком. На них появляются темно-бурые пятна,

края подсыхают, образуя бурую кайму. Резко тормозится рост листьев и корнеплода, наблюдается преждевременное старение листьев и их отмирание. Избыточное содержание фосфора в питательной среде, особенно при недостатке азота, также приводит к ослаблению темпов роста листьев и корнеплода и интенсивности сахаронакопления. Оптимизация питания растений фосфором способствует быстрому образованию листьев, нарастанию корнеплодов и ускорению их созревания, повышению сахаристости и улучшению технологических качеств.

Калий. Сахарная свекла – калиелюбивое растение. Она в первый год жизни потребляет калия в 1,5–2 раза больше, чем азота, и в 4–5 раз больше, чем фосфора.

Потребление этого элемента из почвы растениями сахарной свеклы начинается с прорастания семян и продолжается до уборки урожая корнеплодов. Однако относительно высокую потребность в нем растения испытывают в молодом возрасте, то есть до образования третьей-четвертой пары настоящих листьев. Больше всего калия расходуется в период интенсивного роста листьев и корнеплодов. От обеспеченности растений этим элементом в значительной мере зависит и накопление сахара в корнеплодах. Калий способствует повышению холодостойкости и засухоустойчивости растений. На фоне достаточного калийного питания повышаются устойчивость растений к болезням, качество и лежкость корнеплодов. Недостаток его в почве приводит к ослаблению роста листьев и корнеплодов, потере тургора, нарушению оттока пластических веществ, снижению устойчивости растений к грибковым и бактериальным болезням. О неудовлетворительном обеспечении растений калием можно судить по их внешнему виду. При его недостатке между боковыми жилками листьев появляются светлые пятна, а сами жилки; остаются зелеными, края листьев желтеют и засыхают, приобретая темно-коричневый цвет.

В первые два месяца жизни растения свеклы используют около 26 % азота, 17 – фосфора (P_2O_5), 15 % калия (K_2O) от общего количества, поступающего за вегетацию. В дальнейшем потребность в элементах питания резко возрастает. В третий месяц вегетации свекла потребляет: азота – 48 %, P_2O_5 – 41, K_2O – 46 %. В последние месяцы вегетации, когда ростовые процессы ослабляются (4-6-й месяц вегетации), резко сокращается потребление азота (26 % поступающего за вегетацию), а использование фосфора (42 %) и калия (39 %) остается на высоком уровне до созревания и уборки.

Магний. Нормальное обеспечение растений сахарной свеклы магнием ускоряет ее рост и повышает содержание сахара в корнеплодах.

Кальций. Недостаток кальция задерживает преобразование крахмала в сахар, листья обедняются хлорофиллом, а в корнеплодах снижается накопление сахарозы. Для нормальной жизнедеятельности растений свеклы необходимо определенное соотношение кальция и магния. Лучше всего растения развиваются, когда отношение между кальцием и магнием составит 3:1-5:1.

Сера. Растения сахарной свеклы усваивают серу в виде иона SO_4^- . Она может поступать в растения и через листья в виде сернистого газа SO_2 или в форме элементарной серы при опыливанием растений молотой серой. При недостатке этого элемента растения свеклы развиваются плохо, листья их покрываются бурыми пятнами и желтеют, корни буреют.

Железо. Видимым патологическим состоянием свекловичного растения при недостатке железа является хлороз, выражающийся в пожелтении листьев. Без железа невозможно образование хлорофилла, хотя в состав последнего этот элемент непосредственно и не входит. Значительное его количество, содержится в молодых органах растения. Железо является кофактором целого ряда ферментов, определяющих физиологическую активность метаболических процессов в растениях сахарной свеклы. Оно активизирует дыхание, способствуя поглощению кислорода. При недостатке этого элемента у растений распадаются ростовые вещества, влияющие на общий рост растения и корнеобразование.

Натрий. Урожай и сахаристость корнеплодов в значительной степени зависят от обеспеченности растений натрием. Этот элемент улучшает усвоение растением фосфора и калия. Натрий может частично заменить калий, способствует его передвижению из отмерших частей растения в точки роста, а следовательно, и повторному использованию. Натрий усиливает отток углеводов из листьев в корни, чем и обуславливает повышение сахаристости корнеплодов при его внесении.

Хлор. Исключение хлора из питательной среды снижает сахаристость свеклы. Лучшее развитие и более высокая сахаристость ее наблюдается при использовании хлоридов натрия и магния, чем при применении сульфатов. Положительная роль хлора сказывается в его влиянии на миграцию углеводов. Хлориды калия, натрия и магния оказывают положительное действие в период листообразования и созревания свеклы.

Бор влияет на оплодотворение, плодоношение и рост корнеплодов. При его отсутствии клетки перестают делиться. При нормальном обеспечении растений этим элементом увеличивается долговечность листьев, повышается сахаристость и урожай, а также улучшаются технологические качества корнеплодов сахарной свеклы. Недостаток бора приводит к заболеванию растений гнилью сердечка, которое проявляется в том, что молодые листочки внутренней части розетки закручиваются, буреют или чернеют и отмирают, ткань корнеплода сначала около шейки, а затем глубже загнивает. Болезнь распространяется от центра листовой розетки к ее периферии.

Марганец способствует лучшему усвоению элементов питания. Он оказывает положительное влияние на отток углеводов из листьев в корнеплод, что приводит, в конечном итоге, к повышению сахаристости и урожайности свеклы.

Медь важна как компонент веществ окислительных ферментов. Несомненна ее роль в процессах, дыхания и фотосинтеза, а также в азотном обмене, в частности, в синтезе белков. При недостатке меди свекловичные высадки не образуют семян, что часто наблюдается при возделывании их на освоенных торфяниках.

Место в севообороте. Сахарную свеклу возделывают только при чередовании ее с другими культурами. При повторном, а тем более длительном бессменном возделывании урожай корнеплодов снижается, что объясняется истощением почв элементом питания и усиленным развитием болезней, вредителей и особенно нематод.

Севообороты в Нечерноземной зоне. Лучший предшественник под сахарную свеклу здесь – озимые. Рекомендуемые севообороты:

1 – чистый пар; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – яровые зерновые с подсевом многолетних трав; 5, 6 – многолетние травы; 7 – озимые; 8 – сахарная свекла, картофель; 9 – яровые зерновые;

1 – озимые на зеленый корм, однолетние травы на зеленый корм и сено; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – яровые с подсевом многолетних трав; 5 – травы; 6 – озимые; 7 – сахарная свекла, картофель; 8 – горох; 9 – озимая пшеница; 10 – кукуруза, картофель;

1 – однолетние травы; 2 – озимые; 3 – картофель и другие пропашные; 4 – яровые с подсевом трав; 5 – многолетние травы; 6 – озимые; 7 – сахарная свекла; 8 – зернобобовые, кукуруза на ранний силос; 9 – озимые; 10 – яровые;

1 – однолетние травы на зеленый корм и сено; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – яровые колосовые с подсевом трав; 5 – многолетние травы; 6 – озимые; 7 – сахарная свекла, картофель; 8 – яровые колосовые.

Севообороты в Центрально-Черноземной зоне. В этой зоне лучшее звено для сахарной свеклы: чистый пар – озимые – сахарная свекла. Второе место принадлежит занятому пару, который чем раньше освобождает поле, тем ближе по значению к черному пару. Эффективность паров повышается по направлению к северу и северо-западу, а также в годы с большим количеством выпадающих осадков.

В подзоне неустойчивого увлажнения (лесостепь) в состав предшественников озимых, после которых следует высевать сахарную свеклу, входят рано убираемые занятые и чистые пары. Сахарную свеклу в севообороте надо размещать в таких звеньях, как многолетние травы (одного года пользования) – озимые – сахарная свекла; однолетние травы на зеленый корм и сено – озимые – сахарная свекла; чистые пары – озимые – сахарная свекла, и применять следующие схемы севооборотов (для районов, где высевают подсолнечник, они должны быть восьми-, десятипольные):

1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – кукуруза на силос; 5 – однолетние травы на зеленый корм и сено; 6 – озимые; 7 – сахарная свекла, кукуруза; 8 – зернобобовые; 9 – озимые; 10 – подсолнечник, кукуруза на зерно;

1 – однолетние травы на зеленый корм и сено; 2 – озимые; 3 – яровые с подсевом многолетних трав; 4 – травы; 5 – озимые; 6 – сахарная свекла; 7 – горох на зерно; 8 – озимые; 9 – подсолнечник, кукуруза на зерно.

В районах, где подсолнечник не высевают (Курская область, северные районы Липецкой области), схемы севооборотов могут быть короче, как правило, с одним полем сахарной свеклы:

1 – пар чистый (или занятой); 2 – озимая пшеница (рожь); 3 – сахарная свекла; 4 – ячмень (яровая пшеница); 5 – кукуруза на силос;

1 – пар чистый (или занятой); 2 – озимая пшеница (рожь); 3 – сахарная свекла; 4 – ячмень; 5 – горох; 6 – озимые; 7 – кукуруза на силос (или зерно).

В подзоне недостаточного увлажнения (степная) в со ставе предшественников озимых должен быть чистый пар и только в виде исключения можно высевать парозанимающие культуры: однолетние травы и кукурузу на зеленый корм, эспарцет на сено и зеленый корм. Схема севооборота следующая:

1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – зернобобовые и однолетние травы; 5 – озимые; 6 – кукуруза; 7 – яровые зерновые (подсев трав); 8 – однолетние и многолетние травы (эспарцет); 9 – озимые; 10 – подсолнечник, кукуруза на зерно.

Севообороты на Северном Кавказе. Основные культуры в зоне – озимая пшеница, сахарная свекла, подсолнечник и кукуруза. Лучшие предшественники – озимые пшеница и ячмень.

Рекомендуются следующие схемы свекловичных севооборотов:
в районах достаточного увлажнения

1,2 – многолетние травы; 3, 4 – озимые; 5 – сахарная свекла; 6 – кукуруза на зерно; 7 – кукуруза на силос; 8 – озимые; 9 – сахарная свекла; 10 – озимые; 11 – подсолнечник; 12 – озимые с подсевом трав;

в районах неустойчивого увлажнения

1 – ранний занятой пар, кукуруза на зеленый корм; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – кукуруза на зерно; 5 – кукуруза на силос; 6 – озимые; 7 – подсолнечник; 8 – озимые с подсевом трав; 9 – многолетние травы; 10, 11 – озимые; 12 – сахарная свекла;

в районах недостаточного увлажнения

1 – чистый и ранний занятой пар; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – яровые колосовые; 5 – кукуруза на зерно; 6 – кукуруза на силос; 7, 8 – озимые; 9 – подсолнечник; 10 – озимые и яровые колосовые.

Севообороты в Поволжье. Для получения высоких урожаев сахарной свеклы здесь решающим фактором является влага.

В резко засушливых районах Среднего и Нижнего Поволжья основным звеном свекловичного севооборота может быть чистый пар – озимые – сахарная свекла. В районах лесостепи, кроме него, можно применять звено с занятым паром, используя, прежде всего, травянистые смеси на зеленый корм.

Примерная схема севооборота может быть следующая:

1 – черный пар; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла (и другие пропашные); 4 – яровая пшеница; 5 – зернобобовые; 6 – озимая рожь; 7 – подсолнечник; 8 – однолетние травы; 9 – озимые; 10 – кукуруза; 11 – яровые зернофуражные.

В Татарстане, Закамье и юге Предволжья сахарная свекла занимает до 10–12 % пашни. Наиболее высокие урожаи она дает при размещении после озимых. Рекомендуются следующие схемы севооборотов:

1 – чистый или занятой пар; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – яровая пшеница; 5 – горох; 6 – озимые; 7 – яровая пшеница.

В Башкортостане сахарную свеклу возделывают в переходной лесостепи и предуральской степи. Здесь занятые пары под озимые вполне применимы. Однако для сахарной свеклы лучший предшественник озимой ржи – чистый (черный) пар.

В переходной лесостепи и в основных районах свеклосеяния республики в структуре посевов сахарная свекла занимает 5–7 % пашни.

Примерная схема севооборота может быть следующая:

1 – чистый пар; 2 – озимая рожь; 3 – сахарная свекла; 4 – яровая пшеница; 5 – горох; 6 – озимая рожь; 7 – яровая пшеница; 8 – кукуруза и другие силосные культуры; 9 – яровая пшеница; 10 – овес.

В предуральской степи удельный вес сахарной свеклы небольшой, и в полевых севооборотах она занимает не полное поле, поэтому здесь целесообразно иметь специальные свекловичные севообороты с целым полем этой культуры.

Севообороты в Алтайском крае. Для всех районов Алтайского края лучшее звено – чистый пар – сахарная свекла, в лесостепной зоне в хозяйствах с высокой культурой земледелия можно рекомендовать и такие звенья: занятой пар – сахарная свекла; чистый пар – озимая рожь – сахарная свекла.

Для более полного использования положительного влияния сахарной свеклы на последующие культуры целесообразны специализированные свекловичные севообороты восьми-, десятипольной ротации:

1 – чистый пар; 2 – сахарная свекла, озимь; 3 – яровая пшеница; 4 – ячмень с подсевом трав; 5 – травы; 6 – яровая пшеница; 7 – кукуруза; 8 – яровая пшеница и другие яровые культуры;

1 – чистый пар; 2 – сахарная свекла, озимь; 3 – яровая пшеница; 4 – ячмень с подсевом трав; 5, 6 – травы; 7, 8 – яровая пшеница; 9 – кукуруза; 10 – прочие яровые зерновые культуры;

1 – чистый пар; 2 – озимая рожь, яровая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – яровая пшеница с подсевом трав; 5, 6 – травы; 7, 8 – яровая пшеница; 9 – кукуруза; 10 – ячмень и другие зерновые.

Удобрение. Сахарная свекла как интенсивная культура очень отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений.

Органические удобрения вносят осенью под зяблевую вспашку без разрыва между разбрасыванием и запашкой. Из органических удобрений наиболее широко используют навоз. Его вносят под сахарную свеклу из расчета 40-50 т/га, на слитых черноземах и при орошении – 60 т/га под предшествующие озимые или непосредственно под свеклу. Навоз должен быть хорошо подготовленным и не содержать всхожих семян сорняков, что особенно важно при внесении непосредственно под сахарную свеклу.

Хорошо приготовленный навоз содержит в среднем 0,5 % азота, 0,25 – фосфора (P_2O_5) и 0,6 % калия (K_2O). При внесении 30 т/га навоза в почву поступает около 150 кг азота, 75 – P_2O_5 и 180 кг K_2O . Кроме того, в навозе содержатся марганец, бор, медь, молибден и другие необходимые и незаменимые для жизнедеятельности растений сахарной

свеклы микроэлементы. С указанным количеством навоза, в почву вносится около 1 т зольных веществ, в том числе 0,5 т углекислых соединений кальция и магния. Навоз обогащает почву органическим веществом, активизирует микробиологические процессы в почве, улучшает физические и физико-химические свойства ее, а также воздушное питание растений диоксидом углерода. Применение органических удобрений позволяет снижать нормы минеральных удобрений на 30 %.

Рекомендуемые нормы минеральных удобрений представлены в таблице 123. Приведенные нормы – примерные, их уточняют с учетом содержания элементов питания в почве каждого поля, принимая во внимание также уровень агротехники, дозы и место внесения навоза.

Таблица 123 – Примерные нормы минеральных удобрений для сахарной свеклы

Почва	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)
Зона достаточного увлажнения			
Черноземы обыкновенные мощные мало- и среднегумусные	120–140	160–170	140
Черноземы мощные выщелоченные мало- и среднегумусные	140–170	160	180–190
Черноземы предкавказские выщелоченные	90–120	100	90–100
Черноземы предкавказские смытые и оподзоленные почвы	110–130	130	110–120
Темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные	150–190	160	190–200
Серые лесные почвы	160–190	160–170	200–210
Дерново-подзолистые почвы	150–170	190	170–200
Дерново-перегнойно-карбонатные почвы	120–150	180	200–220
Торфяно-болотные почвы	50	160	220
Зона неустойчивого увлажнения			
Черноземы обыкновенные мощные мало- и среднегумусные	100–130	170	100–120
Черноземы мощные мало- и среднегумусные выщелоченные	110–140	150	150–160
Черноземы предкавказские карбонатные	90–110	140	110–120
Черноземы предкавказские слабовыщелоченные	90–120	120	110–120
Черноземы солончакватые и солонцеватые	100–120	140	–
Черноземы осолоделые и черноземно-луговые почвы	110–130	160	80–90
Темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные	130–150	140–150	160–170
Серые лесные почвы	140–160	140–150	160–170
Зона недостаточного увлажнения			
Черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные	80–110	150	90–100
Черноземы мощные мало- и среднегумусные выщелоченные	90–120	130	130
Черноземы предкавказские карбонатные	80–100	130	100–110
Черноземы солончакватые и солонцеватые	90–110	130	–
Черноземы осолоделые и черноземно-луговые почвы	100–120	140	70–90
Темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные	120–140	130	140–150
Серые лесные почвы	130–150	135–140	165–170

На подзолистых, серых лесных почвах, оподзоленных черноземах наибольшие прибавки урожая свеклы обеспечивают азотные удобрения в сочетании с фосфорными и калийными, на выщелоченных черноземах – азотные с фосфорными, на обыкновенных и карбонатных черноземах наиболее эффективны фосфорные удобрения. Самые высокие и устойчивые прибавки урожая корнеплодов с хорошими технологическими качествами достигаются при внесении всех трех элементов питания, то есть полного минерального удобрения. Наиболее благоприятное соотношение в питательной среде между азотом, фосфором и калием в период создания листового аппарата 6:1:6; в период интенсивного роста корнеплода 4:1:5; в период сахаронакопления 1,5:1:5.

Удобрения обеспечивает следующую среднюю прибавку урожая корнеплодов в расчете на 1 кг действующего вещества: азота – около 36 кг, фосфора – 38, калия – 19 кг, или около 3 т/га на 100 кг действующего вещества.

Для более эффективного использования минеральных удобрений под сахарную свеклу их следует вносить на различную глубину пахотного слоя и в разные сроки. Для послойного размещения удобрения вносят в несколько приемов: основное – под вспашку, рядковое – при посеве, подкормки – во время вегетации растений

Основное удобрение вносят под глубокую зяблевую вспашку, и оно играет главную роль в корневом питании сахарной свеклы. При глубокой заделке удобрений они размещаются в увлажненном слое почвы, что благоприятно влияет на рост и развитие растений. Рядковое удобрение вносят одновременно с высевом семян из расчета $N_{10}P_{20}K_{10}$. Оно обеспечивает первоначальное питание растений, когда у них еще очень слабо развита корневая система, и они не могут использовать питательные вещества из глубоко запаханного основного удобрения.

Подкормка является дополнительным средством питания растений свеклы и в большинстве случаев ее проводят вслед за вторым боронованием по всходам. Иногда при недостаточном внесении удобрений с осени и хорошей увлажненности почвы проводят вторую подкормку, которая должна быть закончена до смыкания рядков. Вторая подкормка практикуется при недостаточном внесении удобрений осенью на сероземах и каштановых орошаемых почвах. Нормы удобрений в подкормку – $N_{25-30}P_{25}K_{30}$. Калий используют только на незасоленных сероземах и каштановых почвах.

Эффективность различных форм минеральных удобрений, применяемых под сахарную свеклу, неодинакова. Из азотных удобрений можно применять аммиачную, аммонийную, нитратную, аммонийно-нитратную и амидную формы азота. Учитывая большую подвижность нитратных форм в почве, особенно легкого гранулометрического состава, в зоне достаточного увлажнения аммонийную селитру необходимо вносить весной под культивацию и в подкормки. В зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения все формы азотных удобрений лучше применять под основную обработку почвы. Аммонийные удобрения в большей степени локализуются в местах их внесения в

почву и при оптимальных условиях влажности и температуры легко переходят в наиболее доступную для растений нитратную форму.

Под сахарную свеклу применяют также жидкие формы азотных удобрений – безводный аммиак, аммиакаты, аммиачную воду, а также сложные жидкие удобрения, содержащие азот. Безводный аммиак вносят в почву на глубину не менее 10–15 см, тщательно заделывая щель, образуемую проходом рабочего органа. При правильном внесении безводный аммиак не уступает другим формам азотных удобрений. В зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения его лучше применять под основную обработку почвы, а в зонах достаточного увлажнения и при орошении – и в раннюю подкормку. Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ марки 8:24:0 и 10:34:0) позволяют полностью механизировать процесс подготовки и внесения, обеспечивая равномерность их распределения по площади поля. Эти удобрения не уступают по действию эквивалентной смеси простых удобрений. Их вносят в те же сроки, что и твердые.

Дробление норм азотных удобрений при внесении их на тяжелых по гранулометрическому составу почвах нецелесообразно. Если под сахарную свеклу азотные удобрения вносят в несколько приемов, то не следует применять их в поздние сроки, т. к. это приводит к ухудшению качества урожая.

Из фосфорных удобрений во всех зонах свеклосеяния с успехом применяют суперфосфат. Необходимо иметь в виду, что в почве фосфорные удобрения претерпевают многообразные превращения с образованием минеральных и органических фосфатов. Общая направленность этих процессов состоит в переходе водорастворимых форм в труднорастворимые. Труднорастворимые фосфаты более эффективны на кислых почвах при внесении под основную обработку почвы, поэтому на оподзоленных и серых лесных почвах, выщелоченных черноземах суперфосфат можно заменить фосфоритной мукой.

Под сахарную свеклу можно применять все формы калийных удобрений. Последние на средних и тяжелых по гранулометрическому составу почвах дают под глубокую осеннюю вспашку. На легких почвах применение калийных удобрений переносят на весеннее время.

При использовании на посевах сахарной свеклы сложных удобрений следует учитывать растворимость содержащейся в них фосфорной кислоты. Нитрофоски, в которых фосфор содержится преимущественно в лимоннорастворимой форме, лучше вносить под зяблевую вспашку, прежде всего, на кислых почвах. На всех типах почв эффективно применение сложных удобрений (аммофос, диаммофос, нитроаммофоска), в которых фосфорная кислота содержится в легкоусвояемой форме.

В настоящее время земледельцы часто сталкиваются при выращивании сахарной свеклы с признаками магниевого голодания. Недостаток этого элемента весьма заметно ограничивает получение высокого урожая корнеплодов, тормозит накопление сахаров в них и повышает содержание растворимого азота. Нормальные условия магниевого питания создают путем систематического применения органических

удобрений и магниесодержащих известковых и калийных удобрений. Если количество подвижного магния в почве меньше 5 мг/100 г, то под вспашку нужно вносить до 70 кг магния на 1 га.

Большое влияние на жизнедеятельность и продуктивность свекловичного растения оказывают борные, медные, марганцевые и цинковые микроудобрения. Их применяют путем опудривания и замачивания семян, а также при совместном внесении с минеральными удобрениями в рядки при посеве и в подкормку. Борные удобрения рекомендуется вносить во всех районах свеклосеяния, где наблюдается повреждение корней гнилью сердечка. На почвах с содержанием водорастворимого бора ниже 0,2-0,3 мг/кг почвы целесообразно предпосевная обработка семян: смачивание 0,05 % раствором микроэлемента (2 л рабочего раствора на 1 ц семян). Можно проводить предпосевную обработку семян опудриванием бормагниевым удобрением (300-500 г/ц семян). Недостаток бора можно возместить и внесением борных удобрений весной под культивацию: борного суперфосфата (3-3,5 ц/га) или бормагниевого удобрения (1 ц/га). На торфяно-болотистых почвах, как правило, растения сахарной свеклы испытывают недостаток меди. Из медных удобрений используют пиритные огарки и медный купорос. Норма внесения пиритных огарков – 5-6 ц/га (2,2–2,7 кг/га меди), медного купороса – 20-25 кг/га. Медные удобрения вносят один раз в 4–5 лет. Марганцевые удобрения дают значительный эффект на черноземах, серых лесных, солонцеватых почвах. Марганцевый шлам (12–22 % Mn) рекомендуется вносить под глубокую вспашку (3–4 ц/га), а марганцированный суперфосфат (1,5–2,5 % Mn) – под вспашку и при посеве в обычных нормах, как для гранулированного суперфосфата.

Сахарная свекла чувствительна к кислотности почвы, которая оказывает угнетающее действие на рост и развитие растений. Она хорошо растет и дает высокие урожаи при нейтральной или слабощелочной реакции почвенного раствора. В связи с этим сахарная свекла сильно отзывается на известкование кислых почв. Для известкования кислых почв используют дефека́т (отход свеклосахарного производства), мел, мергель, известковые туфы и другие формы известковых материалов. В зависимости от кислотности почвы на 1 га вносится 3–6 т известки. Известковые удобрения применяются под предшествующую культуру или непосредственно под сахарную свеклу при вспашке зяби. Если известковые удобрения под свеклу не были внесены осенью, то их в размере $\frac{2}{3}$ нормы вносят весной под культивацию.

Нормы известковых материалов в физическом весе с учетом их влажности, примесей и содержания крупных частиц определяют по формуле:

$$Д = \frac{Н \times 100 \times 100 \times 100}{(100 - В)(100 - К) \times П},$$

где: Д – норма известкового материала, т/га;
Н – доза чистого и сухого углекислого кальция (CaCO_3), т/га;
В – влажность известкового материала, %;
К – содержание частиц более 1 мм для известковой и доломитовой муки и более 4–5 мм для гажы, туфы, практически не снижающих кислотности, %;
П – содержание CaCO_3 , % на абсолютно сухое вещество.

Сахарный тростник

Распространение. География культуры сахарного тростника определена муссонным тропическим климатом. Его возделывают преимущественно в районах переменного-влажных островных или прибрежных тропиков, для которых сумма годовых осадков превышает 1300 мм. На Азиатском континенте наибольшие площади под сахарным тростником находятся в Индии (около 3 млн. га), Индонезии, и меньшие – в Китае, Пакистане. В Америке расположено примерно 50 % мировых плантаций сахарного тростника (более 6 млн. га). Особенно широко распространена его культура на Кубе (1,5 млн. га), в Бразилии (2 млн. га), в меньшей степени – в Аргентине, США, Перу. В Африке сахарный тростник распространен меньше.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Сахарный тростник возделывают на разных типах почв. Наиболее высокие урожаи получают на суглинистых и глинистых по гранулометрическому составу почвах, достаточно воздухо- и водонепроницаемых, хорошо дренированных, богатых доступными растениям элементами минерального питания. Этим условиям отвечают разнообразные варианты окультуренных красных и желтых аллитных и красных ферралитно-кальциевых почв, различные аллювиальные, а также красно-бурые и красно-коричневые почвы. Возделывают сахарный тростник и на черных слитых почвах (вертисоли), однако эти тяжелые почвы ограничивают продуктивность и долговечность плантаций. Не удовлетворительны для роста и развития растений тростника сильноокислые почвы с pH 4,5–5,5. Оптимум считается pH 6,0–7,5 (табл. 124; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 124 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для сахарного тростника

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %		2–4	
pH водной суспензии	4,5–6,0	6,0–7,5	7,5–8,5
Плотность, г/см ³	1,1–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–30	30–50	50–70
Обменный Na, % от ЕКО		< 3	
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %		< 0,2	
Содержание CaCO ₃ , %		0–3	3–5

Почвы каменистые, содержащие более 40 % каменистой фракции в пахотном слое, для сахарного тростника не пригодны. Карбонатность профиля не является препятствием для его возделывания. Сахарный тростник требует хорошего увлажнения почвы, переносит избыточную сезонную влагу.

Сахарный тростник в период вегетации потребляет большое количество питательных веществ. С каждой 1 тонной стеблей выносятся

в среднем: 0,7–1,5 кг азота (N), 0,4–1,0 – фосфора (P_2O_5), 1–3 кг калия (K_2O). С возрастом содержание азота и зольных элементов в вегетативных органах растений снижается. Ко времени уборки количество элементов питания в стеблях составляет: 0,1 % азота, 0,3 – фосфора, 1,4 % калия. Верхняя часть побега более богата азотом и зольными элементами. Наиболее активно поглощение питательных веществ растением сахарного тростника идет в молодом возрасте – в фазе кущения. При недостатке азота, особенно в первой половине вегетации, окраска листьев изменяется от бледно-зеленой до желто-зеленой, а в дальнейшем листья приобретают фиолетово-красную окраску и быстро засыхают, урожай тростника снижается. При избыточном азотном питании растения обильнее кустятся, размеры листьев увеличиваются, продолжительность фазы кущения удлиняется, при этом старые и самые молодые побеги быстро отмирают. При недостатке азота в конце вегетации, в результате которого тормозится рост растений и увеличивается содержание сахара в стеблях, является полезным. В фазе кущения растений при интенсивном образовании новых побегов потребление азота растениями сахарного тростника достигает максимума. Ко времени смыкания рядков в растении накапливается до 50 % общего количества азота, потребляемого за вегетацию. После смыкания рядков кущение замедляется, и поглощение азота стабилизируется. В первой половине вегетации (до шести месяцев) азот накапливается главным образом в листьях и междоузлиях стеблей.

При недостатке фосфора старые листья приобретают серовато-зеленую окраску, а молодые темнеют. Недостаток фосфора в ранний период вегетации, когда формируется корневая система, не восполняется более поздним внесением фосфорных удобрений. Потребление фосфора отличается большей равномерностью и длительностью по сравнению с азотом. В первые месяцы вегетации в сахарном тростнике накапливается фосфора до 30 % максимума, а в последующие 3–6 месяцев – до 50 % (к девятимесячному возрасту – около 70 %).

Признаки калийного голодания у сахарного тростника заметно проявляются в молодом возрасте растений (второй-третий месяц вегетации): стебли утончаются, листья по краям желтеют, а затем белеют. В центре листовой пластинки появляются красные пятна. Дефицит калия наиболее часто проявляется на легких супесчаных, а также на сильнокарбонатных почвах. Максимальное потребление калия – в первые шесть месяцев вегетации и перед уборкой.

Место в севообороте. Тростниковые севообороты включают не больше 2–5 культур. В тропиках и, особенно, в субтропиках на почвах среднего плодородия сахарный тростник лучше размещать по пару. После ликвидации плантации участок оставляют на один год (или больше) под паром. В зонах развитого сельского хозяйства сахарный тростник размещают после пшеницы, кукурузы, а на пойменных затопляемых участках – после риса. Монокультура сахарного тростника (от 2–3 до 6–7 лет бессменно) распространена в странах Центральной и Южной Аме-

рики. Более длительное возделывание на одном и том же месте приводит к снижению урожаев из-за болезней и почвоутомления.

Удобрение. Сахарный тростник наиболее сильно реагирует на внесение азотных удобрений. Прибавка урожая от азотных удобрений примерно в 2 раза выше, чем от фосфорных и в 3 раза выше, чем от калийных. На каждый внесенный килограмм азота сборы сахара увеличиваются на 10–40 кг/га. При интенсивной культуре тростника наиболее эффективны следующие средние нормы азота: в первый год вегетации – 120 кг/га, во второй – 240, в третий – 270 кг/га.

Для определения оптимальных норм фосфорных удобрений необходимо учитывать биологические особенности сорта, содержание доступных растениям форм фосфора в данном типе почв. Содержание общего фосфора в тропических почвах колеблется от 0,1 до 0,3 % от массы почвы. Почвы, формирующиеся на карбонатных породах, бедны доступным фосфором. Отзывчивость сахарного тростника на внесение фосфорных удобрений определяется не только содержанием фосфора в почве, но и ее способностью переводить в неусвояемую форму подвижные соединения фосфора (ретроградация фосфатов). Наиболее сильно выражена ретроградация фосфатов на кислых красных, желтых ферраллитных, карбонатных почвах. Поэтому в тропиках не всегда отмечается положительная реакция тростника при внесении суперфосфата на бедных фосфором ожелезненных почвах. В отличие от азота, нормы которого под 2–3-й урожай принято увеличивать, максимальное количество фосфорных удобрений вносят под первый урожай. Под сахарный тростник фосфорного удобрения рекомендуется вносить в количестве 45–120 кг/га.

Наиболее эффективны в условиях тропиков легкорастворимые, концентрированные и гранулированные фосфорные удобрения. На кислых почвах действенными фосфорными удобрениями являются томасшлак, труднорастворимые соли или фосфоритная мука. Коэффициент использования фосфатов повышается при совместном внесении фосфорных и органических удобрений. Фосфорные удобрения вносят при посадке в борозды – в зону наибольшего распространения корней.

Реакция сахарного тростника на внесение калийных удобрений проявляется не столько в значительном росте урожая стеблей, сколько в улучшении его качества. Однако при недостатке в почвах калия урожай резко возрастает после его внесения. Наибольшая отзывчивость сахарного тростника на калийные удобрения проявляется на почвах, содержащих не более 7–9 мг K_2O на 100 г почвы. При средней (7–15 мг на 100 г почвы) обеспеченности почв этим элементом эффективность калийных удобрений значительно снижается. Нормы калийных удобрений на различных типах почв варьируют от 150 до 300 кг/га. Почвы, используемые для культуры сахарного тростника, как правило, слабо или средне гумусированы (1–3 %). Учитывая, что скорость минерализации органического вещества в тропиках значительно выше, чем в умеренной зоне, возникает необходимость его систематического восполнения. Для этих целей используют навоз, компосты, отходы уборки и переработки тростника – листья, качаса, богаса.

Качаса – отходы переработки тростника – содержат примерно 1,5 % азота, 3–5 % фосфора, 0,3 % калия и до 60 % органического вещества (на сухое вещество). При внесении качасы за 2–3 месяца до посадки при норме 30 т и более на 1 га урожай стеблей повышается на 18–25 %.

Система удобрения сахарного тростника включает основное удобрение (под основную обработку) и подкормку (в середину между рядов в период вегетации). При закладке новых плантаций тростника перед обработкой почвы вносят органические, органо-минеральные или минеральные удобрения. Подкормки практикуют в первой половине вегетации – до смыкания рядков. Разработка системы удобрения сахарного тростника проводится в каждом конкретном случае поразному. Важно, чтобы достаточное количество азота было внесено в начале вегетации, когда у растений идет интенсивный обмен веществ и усиленное кушение (особенно 2–3-й месяцы вегетации). При продолжительности периода вегетации растений 20–24 месяца наибольший эффект получен при внесении основной нормы азота в междурядья 8–9 месячного тростника. Органические формы азота наиболее эффективны при их внесении за 3–6 недель перед обработкой почвы. Фосфорные удобрения вносят перед посадкой в борозды и частично в подкормку; калийные – примерно такие же сроки, что и азотные.

3.8. Клубненосные культуры

Клубненосные культуры – растения, возделываемые для получения клубней, которые образуются на подземных побегах-столонах или на корнях. Они играют важную роль в обеспечении человека и животных углеводной пищей. Эта группа объединяет растения различных ботанических семейств: Базелловые (*Basellaceae*) – уллоко; Астровые (*Asteraceae*) или Сложноцветные (*Compositae*) – топинамбур; Пасленовые (*Solanaceae*) – картофель; Ароидные (*Araceae*) – таро; Молочайные (*Euphorbiaceae*) – маниок; Диоскорейные (*Dioscoreaceae*) – ямс; Вьюнковые (*Convolvulaceae*) батат; кисличные (*Oxalidaceae*) – ока. В нашей стране культивируются картофель и топинамбур.

Картофель

Картофель (от немец. *Kartoffel*) – многолетние клубненосные виды рода *Solanum* секции *Tuberarium* семейства пасленовых. Секция *Tuberarium* объединяет около 200 диких и культурных видов картофеля, произрастающих в Америке и среди них картофель чилийский, или клубненосный (*Solanum tuberosum*) – единственный вид широко распространенный в однолетней культуре.

Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур, его справедливо называют вторым хлебом. В мировом производстве продукции растениеводства он занимает одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой. Очень точно и метко о значении и важности картофеля сказал наш соотечественник

И.М. Комов: «... изо всего овоща нет полезней земляных яблок, потому что прочий хотя и для людей и для скотов годен, но люди без хлеба им прожить не могут, яблоки же земляные заменю хлебу служат и превосходят его тем, что хлеб изнуряет, а овощ сей удобряет землю, так что самый тощий песок после его потучнеет и почернеет».

В клубнях картофеля содержится в среднем 14–22 % крахмала, 2–3 % белка, 0,2–0,3 % жира, до 1 % зольных элементов, 40 мг витамина С, а также витамины группы В (В₁, В₂, В₆), каротиноиды и витамины РР и К. Они служат сырьем для спиртового, крахмало-паточного, декстринового, глюкозного, каучукового производств. Крахмал (полисахарид, мономером которого является глюкоза), получаемый из картофеля, – незаменимый продукт в пищевом, текстильном и бумажном производстве. Из 1 т клубней картофеля с крахмалистостью 17,6 % можно получить 112 л спирта, 55 кг углекислоты, 0,39 л сивушного масла и 1500 л барды или 170 кг крахмала и 1000 кг мезги.

Велико значение картофеля как кормового растения. Картофель – основной компонент в кормовых рационах свиней, применяют его также для кормления молочного скота и домашней птицы. Питательная ценность, кормовых единиц на 100 кг корма: сырых клубней 29,5, силоса из зеленой ботвы 8,5, барды свежей 4, барды сушенной 52, мезги свежей 13,2, мезги сушенной 95,5. При урожае 15 т клубней и 8 т ботвы с 1 га общая кормовая ценность картофеля составляет примерно 5500 кормовых единиц.

Распространение. Картофель является сравнительно широко распространенной культурой. Посевы его на севере достигают 71° с.ш., а на юге доходят до 46° ю.ш. Он с успехом возделывается также в горных районах. В Российской Федерации наиболее значительные площади посадок картофеля приходится на Нечерноземную зону. Много выращивают его в Центрально-Черноземной зоне, Поволжье, Сибири, на Урале, дальнем Востоке и на Северном Кавказе.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Требования к почве связаны с биологическими особенностями картофеля: относительно слабо развитой корневой системой и формированием столонов и урожая клубней в почве. Интенсивность дыхания корней картофеля составляет 7–12 мл О₂·ч/г сухого вещества, что в 5 раз выше интенсивности дыхания корней подсолнечника и многих других культур. Этим объясняется его высокая требовательность к пористости почвы. Корни у растений картофеля, выращиваемых на рыхлой почве (объемная масса [плотность], 1,1 г/см³), хорошо ветвятся, пронизывают весь пахотный слой и уходят в подпахотный. Рыхлая почва нужна и для хорошего развития столонов и молодых клубней, которые в уплотненной почве получают мелкими и зачатую сильно деформированными.

Картофель лучше растет на супесчаных и суглинистых черноземах, хорошо окультуренных дерново-подзолистых и серых лесных почвах, пойменных участках, а также на осушенных торфяниках, особенно при выращивании семенного материала. При внесении удобрений дает

хорошие урожаи клубней на песчаных почвах. Тяжелые суглинистые и глинистые почвы малопригодны для его выращивания. На дерново-подзолистых, средне- и тяжелосуглинистых почвах хорошие условия для формирования высокого урожая клубней создаются при плотности почвы 1-1,2 г/см³; на черноземных – 0,9-1,1 г/см³. При плотности 1,4-1,5 г/см³ большинство клубней имеют уродливую форму. Картофель хорошо растет на почвах с рН 6-7 (табл. 125; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 125 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для картофеля

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	–	2–4	–
рН водной суспензии	–	6–7	–
Плотность, г/см ³	1,0–1,20	1,20–1,35	1,35–1,45
Содержание физической глины, %	5–15	15–25	25–60
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	3–5
Плотный остаток, %	–	< 0,2	0,3–0,4
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–3	2–4

На почвах с сильнокислой и щелочной реакцией рост растений картофеля ухудшается. Не подходят для него и засоленные почвы. Картофель характеризуется слабой солевыносливостью.

Минеральное питание растений картофеля имеет свои особенности. В среднем на каждые 10 т клубней картофель (ботва и клубни) выносит из почвы 50 кг азота, 20 – фосфора, 90 – калия, 40 – кальция, 20 кг магния. Таким образом, из элементов питания картофель потребляет больше всего калия, затем азота и меньше фосфора, что необходимо учитывать при расчете норм удобрений.

Питательные вещества необходимы картофелю в течение всего вегетационного периода. Однако интенсивность их потребления растениями зависит от фазы вегетации. Это объясняется неоднородностью химического состава различных органов и различной интенсивностью ростовых процессов. Так, азота и фосфора больше содержится в листьях, чем в стеблях, калия, наоборот, больше в стеблях, чем в листьях; содержание фосфора в листьях возрастает от нижних ярусов к верхним. По мере формирования тех или иных органов с различным химическим составом и разными физиологическими функциями растение поглощает из почвы больше тех элементов питания, которые необходимы ему для образования этих органов. Химический состав органов растений меняется с их возрастом. Так, в начале онтогенеза листьях и стеблях больше азота, калия и фосфора; в растущих клубнях – азота, фосфора и калия и меньше – крахмала, тогда как зрелые клубни обычно более крахмалисты, но в них содержится меньше азота, фосфора и калия.

Отличной особенностью развития растений картофеля является то, что интенсивные ростовые процессы проходят не только в период формирования надземных органов, но и во время клубнеобразования.

Этим объясняется его потребность в элементах питания в течение всего вегетационного периода. Как известно, формирование надземных органов у картофеля начинается сразу же после появления всходов и продолжается до фазы цветения, а рост клубней проходит от начала образования бутонов на растениях и почти до уборки урожая. Следует, однако, отметить, что со второй половины вегетации растений картофеля, после того как фотосинтетический аппарат достигает максимальной величины и начинает отмирать, потребление элементов питания из почвы значительно снижается. В этот период происходит их передвижение из листьев и стеблей в клубни.

Наиболее интенсивно элементы минерального питания поступают в растения в фазы бутонизации и цветения, что соответствует периоду максимального роста надземных органов и образования клубней. По периодам роста и развития в растения картофеля поступает следующее количество азота, фосфора и калия (табл. 126).

Таблица 126 – Динамика поступления элементов питания в растения картофеля, % от максимального

Период роста	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)
От всходов до бутонизации	13	10	11
цветения	40	30	31
наибольшего роста клубней	80	67	70
уборки	100	100	100

Азот. Потребность в азоте у растений картофеля проявляется с начала прорастания клубня, образования корешков и ростков. На начальных этапах роста растений новообразование клеток обеспечивается азотом из клубней, а после выхода стеблей на поверхность – поглощается из почвы. Хорошая обеспеченность картофеля этим элементом на ранних этапах развития растений – от появления всходов до клубнеобразования, – способствует быстрому формированию фотосинтетического аппарата. Это дает растению возможность продуктивнее использовать весенние запасы влаги в почве и формировать урожай клубней в более благоприятных температурных условиях. Однако нельзя допускать избыточного одностороннего питания растений азотом. При этом усиливается рост ботвы, задерживается отток углеводов в клубни, тормозится их рост и накопление крахмала. Оптимальное содержание азота в листьях составляет в фазе всходов 4,8-5,2 %, бутонизации – цветения 4,2-5,5; в физиологически зрелых клубнях – 1,6-1,8 % сухой массы.

Фосфор. Оптимизация фосфорного питания картофеля способствует развитию более мощной корневой системы, сдерживает рост надземных органов, ускоряет процесс развития и созревания клубней. Кроме того, фосфор положительно влияет на водный режим растений и способствует их большей устойчивости против вредного действия

засухи и механическими повреждениями, повышает фитотроустойчивость и вирусоустойчивость, понижает поражаемость паршой, увеличивает выход клубней средних размеров.

Калий. Калийное питание картофеля имеет большое значение как в период формирования фотосинтетического аппарата, так и во время образования и роста клубней. Калий играет важную роль в водном режиме растений, повышает тургор клеток, благодаря чему улучшается их водообеспеченность, участвует в регулировании вязкости и проницаемости протоплазмы, углеводном, белковом обменах, в процессе фотосинтеза, необходим для синтеза хлорофилла. Калий способствует интенсивному усвоению углекислоты листьями, ускоряет передвижение углеводов из листьев в клубни, повышает засухоустойчивость и холодостойкость, устойчивость картофеля к грибковым и бактериальным болезням, улучшает лежкость клубней при хранении, снижает степень потемнения мякоти при кулинарной обработке. Оптимальное содержание калия в листьях в фазе всходов 4,0-5,2 %, бутонизации – 4,1-5,6 %, в физиологически зрелых клубнях – 2,7-3,1 % сухой массы.

Кальций играет важную роль в восстановлении уравновешенности почвенного раствора, от чего зависит поступление элементов минерального питания в корневую систему растений картофеля. Он способен обезвреживать избыток иона NH_4 в почвенном растворе, улучшать структуру почвы. Оптимизация питания растений кальцием повышает их болезнеустойчивость и оказывает положительное влияние на интенсивность клубнеобразования и крахмалонакопления.

Магний. Важную роль в жизнедеятельности растений картофеля играет магний. Он входит в состав хлорофилла и выполняет ответственные функции в углеводном обмене. В золе надземных вегетативных органов содержится в среднем 16,5 % магния, а в золе клубней – 4,7 %. Он накапливается главным образом в молодых частях растения. Магний положительно влияет на клубнеобразование и синтез крахмала в клубнях. Минимальное количество этого элемента, обеспечивающее потребность картофеля на различных почвах, составляет: на песчаных и супесчаных – 5-7 мг/100 г почвы, на суглинистых – 7-10 и на глинистых – 12 мг/100 г почвы. Недостаток магния особенно проявляется на почвах легкого механического состава.

Сера. Для нормального роста и развития растений картофеля необходима сера. Поступая в растения, она включается в состав аминокислот, нуклепротеидов, белков и других органических соединений. Содержание этого элемента в растениях картофеля сильно колеблется в зависимости от наличия ее в почве. Наиболее богаты серой клубни картофеля – 150–152 мг/100 г. С урожаем в 200-250 ц/га картофель выносит из почвы около 10-12 кг серы. Качество и вкус клубней улучшаются, если в составе удобрений имеется не менее 30-60 кг/га серы. Усвоение растениями серы происходит в виде высшего окисла, т. е. аниона серной кислоты. Поэтому источником серы для растения могут служить такие соли серной кислоты, как CaSO_4 , MgSO_4 и K_2SO_4 . При

внесении сернокислых форм минеральных удобрений потребность растений картофеля в сере удовлетворяется полностью.

Железо. Важную роль в окислительно-восстановительных процессах, играет железо. Этот элемент необходим растениям картофеля также для образования хлорофилла, в процессе дыхания. В почве железо содержится, как правило, в достаточном количестве, но в виде труднорастворимых соединений. Лучше усваивается растениями в окисной форме. Наиболее бедны железом карбонатные (черноземы и сероземы) и легкопесчаные почвы.

Хлор. Для нормальной жизнедеятельности растений необходимы весьма небольшие количества хлора. От недостатка этого элемента растения, как правило, не страдают. Напротив, высокие дозы его, вносимые с хлорсодержащими удобрениями, для картофеля вредны. Они уменьшают урожай клубней, ухудшают их вкус, снижают крахмалистость. Поэтому хлористые соединения при выращивании картофеля рекомендуется заменять бесхлорными формами, такими, как сернокислый калий или калимаг.

Бор. В нуклеиновом обмене и синтезе важнейших нуклеопротеидов принимает участие бор. Под его влиянием уменьшается поглощение растениями картофеля фосфора и азота, увеличивается поглощение калия. Оптимальное обеспечение растений бором положительно влияет на деление клеток, углеводный и белковый обмен. При борном голодании нарушается нормальный отток углеводов, вследствие чего в листьях происходит накопление сахаров, крахмала и растворимых соединений азота, задерживается развитие меристемы. Бор не реутилизируется, поэтому при борном голодании происходит заболевание и отмирание верхушечной части стебля, т. е. точки роста, листья скручиваются, куст приобретает угнетенный вид, урожай клубней резко снижается. Одновременно отмечена токсичная роль бора при использовании его в больших нормах. Избыток бора чаще всего наблюдается при кислой реакции почвы, недостаток – на дерново-подзолистых почвах и выщелоченных черноземах.

Марганец. Недостаток марганца ослабляет дыхание и угнетает фотосинтез, снижает содержание хлорофилла в листьях картофеля, нарушает использование нитратов, задерживает их восстановление. Этот элемент влияет на окислительно-восстановительные превращения железа. При его недостатке значительная часть железа, содержащегося в клетках, оказывается в закисной, ядовитой для растений форме. При избытке марганца все железо окисляется, становится физиологически неактивными, что вызывает хлороз. От обеспеченности растений этим элементом во многом зависит усвоение картофелем азота. Эффективно применение марганцевых удобрений на карбонатных почвах, а также на почвах, имеющих реакцию, близкую к нейтральной (на черноземах и сероземах).

Медь, входя в состав окислительных ферментов участвует в регулировании реакций окисления-восстановления пластоцианина. Недостаток меди картофель чаще испытывает на торфяных и песчаных почвах. Содержится она в почве преимущественно в виде карбонатов, сульфатов, в составе труднорастворимых гуминов или в обменной

форме. Возможность потребления меди растениями зависит от гумусированности почвы и количества осадков. Сухость почвы ослабляет поглощение ее корнями. Реакция почвы не оказывает существенного влияния на поглощение меди картофелем. Дефицит ее снижает интенсивность фотосинтеза и нарушает обмен веществ. Медь повышает устойчивость картофеля к фитофторозу, поэтому входит в состав многих препаратов, применяемых в борьбе с этой болезнью.

Цинк, входя в состав ряда ферментов и витаминов, регулирует углеводный и белковый обмен и положительно влияет на образование ростовых веществ и хлорофилла. При его недостатке снижается активность усвоения растениями картофеля диоксида углерода, вследствие чего они плохо развиваются. Оптимизация питания растений цинком положительно сказывается на поглощении и включении в метаболизм азота, калия, марганца и других элементов. Недостаток его испытывается чаще на карбонатных черноземах, осушенных торфяниках и почвах, имеющих реакцию, близкую к нейтральной.

Обеспеченность растений элементами питания диагностируется визуально (табл. 127).

Таблица 127 – Диагностические признаки обеспеченности растений картофеля элементами питания

Элемент питания	Внешние признаки	Почвы
1	2	3
Недостаток элемента		
Азот	Стебли тонкие, доли листа мелкие, окраска растений светло-зеленая. Изменение окраски начинается с верхушек и краев долей нижних листьев, постепенно все листья становятся более светлыми, при длительном голодании ботва бледно-желтая, края нижних листьев закручиваются и отмирают. Характерны сильная задержка роста и опадение листьев, отсутствие боковых стеблей. Недостаток азота у растений может наблюдаться в отдельные периоды роста на всех типах почв, особенно весной, когда нитраты могут быть вымыты в глубокие слои почвы при таянии снега и микробиологические процессы протекают еще слабо. В летнее время растения нередко страдают от недостатка азота на песчаных и супесчаных почвах в результате вымывания его ливневыми дождями.	Слабокультуренные, кислые, легкие по гранулометрическому составу, при минеральной системе удобрения, при зафосфачивании.
Фосфор	Листья морщинистые, темно-зеленые. При остром голодании нижние листья фиолетовые, края их долей закручиваются кверху и доли имеют чашеобразную форму. Растения жесткие, прямые. Листья мелкие. Рост растений	Недостаток фосфора может быть на всех почвах, но чаще всего – на кислых, богатых подвижными соединениями

1	2	3
Калий	<p>замедленный. Цветение ослабленное, запаздывает, бутоны осыпаются. На клубнях появляются коричневые пятна, крахмалистость их уменьшается, а вкусовые качества ухудшаются.</p> <p>Нижние листья желтеют, начиная с верхушек и краев – «краевой ожог». Междуузлия укороченные. Растения имеют искривленную форму. Листья мелкие, куполообразные, морщинистые. При длительном голодании все растение приобретает бронзовую окраску, которая отчетливо видна в массе растений. При калийном голодании нарушаются рост и развитие картофеля и его анатомо-морфологическое строение, стебли имеют укороченные междуузлия и становятся непрочными, а листья хрупкими. Куст отстает в росте, приобретает развалистую форму, задерживается цветение. Клубни при недостатке калия приобретают несколько удлиненную форму, бывают мелкими и плохо хранятся в зимний период.</p>	<p>алюминия и железа, суглинистых и глинистых почвах.</p> <p>На почвах легкого гранулометрического состава с щелочной реакцией, на перегнойных и торфяных. Недостаток калия может быть и на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах.</p>
Кальций	<p>Листья на верхушке с трудом распускаются, нормально не развиваются, по краям молодых листьев появляется светло зеленая полоска, ткани которой отмирают, придавая доле сморщенный вид. При остром голодании верхушечная почка отмирает, края долей листа закручиваются кверху. В мякоти клубней появляются участки отмерших тканей, корни буреют и не растут, отсутствуют корневые волоски.</p>	<p>Кислые, легкого гранулометрического состава.</p>
Магний	<p>Нижние листья имеют более светлую окраску, хлороз начинается с верхушек и краев самых нижних листьев и постепенно распространяется к центру листа между жилками. Жилки остаются зелеными. При длительном голодании участки ткани между жилками буреют и отмирают, образуя выпуклости. Листья становятся хрупкими. Содержание крахмала в клубнях снижается на 1-1,5 %. Недостаток магния чаще проявляется в период быстрого развития листьев, особенно при выпадении обильных дождей. Повреждения появляются на верхних листьях.</p>	<p>Кислые, слабокультуренные и при внесении больших норм калийных и кальциевых удобрений. Магниевое голодание чаще всего наблюдается в дождливые годы на песчаных и супесчаных почвах, на дерново-подзолистых почвах чаще проявляется при высокой их кислотности.</p>
Железо	<p>На всех молодых листьях разливается слабый хлороз. Верхушки, края листьев и главные жилки остаются зелеными. Хлоротичная ткань постепенно становится бледно-желтой. В исключительных случаях верхние листья белеют. Участков отмершей ткани нет.</p>	<p>Нейтральные и близкие к нейтральным, избыточно известкованные. Голодание растений картофеля от недостатка железа чаще встречается на почвах,</p>

1	2	3
Бор	Молодые листочки светло-зеленые. При остром недостатке бора точки роста отмирают, листья верхнего яруса гофрированные, уродливые. Междоузлия укороченные, отчего куст кажется густым. Может развиваться антоциановая окраска и отмирание верхних листьев. Цветение отсутствует. Точки роста корней отмирают; корни коричневатые, ветвятся. Клубни мелкие с трещинами.	богатых кальцием. Обилие фосфора и недостаток калия в питательной среде усиливают голодание растений железом. На почвах легкого гранулометрического состава, а также на избыточно произвесткованных почвах.
Марганец	Между жилками верхних листьев более светлая окраска, появляются мелкие бурые крапинки. Черешки и жилки листа остаются не поврежденными. При сильном голодании по краям долей верхних листьев появляются ржавые пятна.	Карбонатные, нейтральные и избыточно произвесткованные.
Сера	Старые листья сохраняют зеленую окраску, а молодые становятся желто-зелеными, в том числе и жилки, листья не отмирают, рост прекращается.	Нейтральные и щелочные с низким содержанием органических веществ.
Цинк	Серовато-бурые пятна на верхних листьях, черешках и верхушках стеблей. Ткань таких пятен как бы проваливается, а затем отмирает. Междоузлия укороченные. Верхние листья принимают слегка вертикальное положение, края долей сложных листьев загибаются кверху.	Карбонатные, избыточно произвесткованные и зафосфаченные.
Медь	Молодые листья теряют тургор и кажутся увядшими, цветочные почки поникают. Резко выраженный хлороз отсутствует.	Торфяные и богатые слаборазложившейся органикой.
Избыток элемента		
Азот	Ботва темно-зеленого цвета, стебли длинные, лежащие, листья поникшие, с крупными долями и дольками. Бутонизация и цветение запаздывают. Избыточное азотное питание нежелательно, так как чрезмерное развитие ботвы вызывает большой расход образующихся в процессе фотосинтеза пластических веществ. В результате они в меньшем количестве оттекают в клубни, что приводит к задержке клубне- и крахмалообразования и удлинению периода вегетации. Особенно опасно это в районах с коротким летом. При повышенном азотном	Высококультурные и при одностороннем внесении больших норм азота и навоза

1	2	3
	питании картофель в большей степени повреждается тлями, сильнее поражается вирусом Х, к уборке клубни, как правило, не вызревают, имеют неокрашенную кожуру, содержат мало крахмала, легко повреждаются и плохо хранятся. Все это приводит к ухудшению вкусовых качеств картофеля: увеличивается потемнение мякоти сырых и варенных клубней, уменьшается мучнистость, ухудшается вкус и запах приготовленного продукта.	
Марганец	На черешках и жилках верхних листьев появляются черные пятнышки	Кислые
Хлор	Общее посветление окраски ботвы, начиная сверху, скручивание листьев на верхушках стеблей.	Все почвы при внесении высоких норм хлоросодержащих удобрений или почвы хлоридного засоленные.
Железо	Коричневую пятнистость стеблей, которые сплошь покрываются коричневыми пятнами, а внутри них образуются участки, состоящие из опробковевшей ткани.	
Бор	Отмирание ростков, слабое развитие корней и всходов, побеление листьев, значительное снижение урожая.	При внесении высоких норм борных удобрений, при нарушении соотношений с другими элементами и высокой кислотности.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками для картофеля являются зернобобовые, озимые, оборот пласта многолетних трав, кукуруза на силос, капуста, огурец, корнеплоды, если под них внесено достаточное количество органических удобрений. В полевых и кормовых севооборотах Нечерноземной зоны Российской Федерации картофель размещают после многолетних трав, озимых культур, зерновых бобовых, однолетних смесей, льна, а на песчаных почвах – после люпина. В Центрально-Черноземной зоне, на Северном Кавказе и в Поволжье лучшие предшественники для этой культуры – озимые, кукуруза, однолетние травы. В Восточной Сибири картофель возделывают после зерновых и бобово-злаковых смесей, на Урале и Дальнем Востоке – после зерновых и зернобобовых культур. Вокруг больших городов и промышленных центров эту культуру выращивают в овощных севооборотах, размещая после овощных (кроме пасленовых). Здесь картофель часто возделывают и в специализированных севооборотах. Насыщение им составляет 35–50 %.

Картофель принадлежит к числу немногих культур, которые при хорошей обработке почвы и правильном применении удобрений способны давать хорошие урожаи при повторном выращивании.

Удобрение. Картофель является культурой, разрушающей гумус почвы. Для восполнения потерь гумуса (0,8–1,5 т/га) ежегодно необходимо вносить высокие нормы органических удобрений, исходя из того, что на 1 т качественного навоза в почве приходится 5 кг/га гумуса. Наиболее эффективна норма внесения навоза в большинстве районов страны под картофель 30–40 т/га. Сроки и способы внесения его зависят от типа почвы и климатических условий района. На песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны эффективно весеннее внесение навоза под перепахку. При внесении его на легких песчаных почвах осенью некоторая часть питательных веществ навоза вымывается, что снижает эффективность навоза. На легких суглинистых почвах его под картофель целесообразнее также вносить весной. На среднесуглинистых и глинистых дерново-подзолистых почвах существенной разницы в эффективности навоза в зависимости от срока внесения не отмечено. На этих почвах его можно вносить как весной, так и осенью. В Центральной черноземной области, а также на юге и юго-востоке нашей страны навоз под картофель лучше вносить с осени. При осеннем его внесении под вспашку отвальными плугами весной зябь не перепахивают, а проводят только глубокое безотвальное рыхление.

Для эффективного использования минеральных удобрений под картофель очень важно правильно установить их нормы. Чем выше планируется урожай, тем обычно больше предусматривается норма удобрений. Нормы удобрений в хозяйствах устанавливаются по рекомендациям научно-исследовательских учреждений зоны. Эти рекомендации разработаны по результатам полевых опытов на основных типах и разностях почв и рассчитаны на среднюю обеспеченность почвы питательными веществами (табл. 128). Минеральные удобрения на черноземах Кубани вносят из расчета $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$.

Таблица 128 – Усредненные нормы минеральных удобрений под картофель на различных почвах.

Почва	Без навоза			При внесении навоза		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Дерново-подзолистая: су-						
песчаная	60–90	45–60	60–90	45–60	30–45	45–60
суглинистая	45–60	45–60	45–60	30–45	30–45	30–45
Серая лесная	45–60	30–45	45–60	30–45	20–30	30–45
Чернозем:						
выщелоченный	45–60	60–90	30–45	30–45	45–60	20–30
типичный слабовыщелоченный	30–45	60–90	20–30	20–30	45–60	–
Торфяная	30–45	45–60	60–90	20–30	30–45	45–60
Пойменная	20–30	30–35	60–90	20–30	20–30	45–60

Приведенные в таблице 128 нормы удобрений следует рассматривать как примерные, ориентировочные. Количество удобрений, необходимое для каждого поля, следует установить с учетом планируемого урожая, качества вносимых удобрений, а также агрохимических свойств почв (табл. 129). Для этого используют имеющиеся в каждом хозяйстве картограммы кислотности и обеспеченности почв элементами питания.

Таблица 129 – Группировка почв по степени кислотности и содержанию питательных веществ.

Группы почв по степени кислотности	рН солевой вытяжки	Группы почв по содержанию P_2O_5 и K_2O	Содержание P_2O_5 , мг/100 г почвы по методам			Содержание K_2O , мг/100 г почвы по методам		
			Кирсанова	Чирикова	Мачигина	Кирсанова	Чирикова	Мачигина
Сильнокислые	$\geq 4,5$	Очень низкое (I)	$\leq 2,5$	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	$\leq 4,0$	$\leq 2,0$	$\leq 5,0$
Среднекислые	4,6-5,0	Низкое (II)	2,6-5,0	2,1-5,0	1,1-1,5	4,1-8,0	2,1-4,0	5,1-10,0
Слабокислые	5,1-5,5	Среднее (III)	5,1-10,0	5,1-10,0	1,6-3,0	8,1-12,0	4,1-8,0	10,1-20,0
Близкие к нейтральным	5,6-6,0	Повышенное (IV)	10,1-15,0	10,1-15,0	3,1-4,5	12,1-17,0	8,1-12,0	20,1-30,0
Нейтральные	$\geq 6,0$	Высокое (V)	15,1-25,0	15,1-20,0	4,6-6,0	17,1-25,0	12,1-18,0	30,1-40,0
		Очень высокое (VI)	$>25,0$	$>20,0$	$>6,0$	$>25,0$	$>18,0$	$>40,0$

Если обеспеченность почвы подвижным фосфором и обменным калием высокая, то рекомендуемые нормы следует на $1/4-1/3$ уменьшать, если низкая – на $1/4-1/3$ увеличивать. При повышенном содержании в почве подвижных питательных веществ можно ограничиться внесением небольших норм фосфорно-калийных удобрений в рядки при посадке картофеля. При использовании калийных удобрений необходима поправка на гранулометрический состав почв: легкие почвы в большей степени нуждаются в калийных удобрениях, чем тяжелые. Все рекомендуемые нормы удобрений необходимо вносить до посадки при основной или предпосевной обработке почвы, или часть их при посадке. При посадке картофеля минеральные удобрения вносят в норме $N_{20-40}P_{20-40}$ или $N_{20-40}P_{20-40}K_{20-40}$ в виде комплексных удобрений (нитроаммофос, нитроаммофоска, нитрофоска) или P_{20-40} гранулированного суперфосфата. Это удобрение используется весь период питания. Наибольший эффект получается при сочетании основного удобрения до посадки с местным, при посадке клубней. У растений, получивших припосадочное удобрение, быстрее развиваются надземные вегетативные органы и формируется более мощная корневая система.

При внесении удобрений до посадки и при посадке картофеля нет необходимости в его подкормке. Однако если в эти сроки удобрения не применялись или вносили в недостаточном количестве проводят подкормку азотными удобрениями в дозе 20–50 кг/га, причем ее надо проводить не позднее, чем через 6–7 дней после появления всходов. Удобрение необходимо заделать в почву на глубину 10–12 см. На песчаных и супесчаных почвах в годы с большим количеством осадков в летний период происходит вымывание из почвы азота и наблюдается угнетение растений. В этом случае подкормка азотом также целесообразна. Положительный результат дает подкормка и при орошении.

При использовании удобрений под картофель необходимо учитывать его скороспелость. Ранние сорта более отзывчивы на минеральные удобрения, чем позднеспелые, которые лучше используют питательные вещества навоза. Нормы минеральных удобрений для ранних сортов картофеля примерно такие же, как и для более поздних.

Фосфорные и калийные удобрения наиболее целесообразно вносить осенью под зяблевую вспашку. Азотные удобрения в связи с опасностью их вымывания и потерь в процессе денитрификации следует вносить весной под предпосевную культивацию.

Под картофель вносят все формы азотных удобрений. Из фосфорных удобрений в большинстве районов лучше других форм зарекомендовал себя гранулированный суперфосфат. На кислых почвах наряду с внесением суперфосфата в основное удобрение можно применять и фосфоритную муку. Из калийных удобрений следует отдать предпочтение бесхлорным формам. На почвах легкого гранулометрического состава особенно эффективны калийно-магниевые удобрения, так как эти почвы бедны магнием. При отсутствии таких удобрений можно использовать хлористый калий, но вносить его следует с осени, чтобы успел вымыться хлор. Хлорсодержащие удобрения в большей мере влияют на качество картофеля и могут не снижать урожая. На черноземах хлористый калий и сульфат калия по эффективности одинаковы.

Весьма ценным, преимущественно калийным удобрением является древесная зола. Калий здесь находится в углекислой форме без хлора. Это соединение калия наиболее благоприятно влияет на урожай и качество картофеля. Помимо калия в золе содержатся фосфор и кальций, а также микроэлементы, которые необходимы для питания растений. Вносить золу под картофель следует осенью под зябь или весной под весновспашку из расчета 4–8 ц/га в зависимости от почвы. Для более экономного использования золы ее лучше всего вносить при посадке картофеля в борозды. В этом случае количество вносимой золы может быть уменьшено в 2–2,5 раза. Ценным калийным удобрением под картофель является и гранулированная цементная пыль, содержащая не менее 14 % K_2O в основном в виде сернокислого и углекислого калия.

Положительно отзывается картофель и на внесение кальциевых, магниевых, серных и железных удобрений. Внесение кальциевых удобрений под картофель дает положительный результат, когда со-

держание кальция в почве не превышает 100 мг/кг почвы. Кальций чаще всего вносят для известкования кислых почв и в качестве щелочных добавок к физиологически кислым удобрениям. Магниевые и серные удобрения применяют из расчета 29–40 кг/га действующего вещества. Удобрения, содержащие железо, применяют в виде сульфата железа и его хелатов. В почву вносят в составе компостов или торфа из расчета 1–3 кг/га. Опрыскивают также вегетирующие растения 0,5–1 % -ным раствором железного купороса.

Картофель, помимо макро- и мезоэлементов нуждается в микроэлементах. В качестве медных удобрений чаще используют медный купорос, нитратные и хлористые соединения, пиритные огарки. Вносят их в почву один раз в 4–5 лет из расчета 5–6 кг/га. Высокоэффективна некорневая подкормка плантаций картофеля водными растворами меди. Ее проводят по всходам и в фазе бутонизации растений 0,01 % раствором микроэлемента; норма расхода 300 л/га. Такая обработка также эффективна в борьбе с фитофторозом.

Борные микроудобрения наиболее эффективны на дерново-подзолистых почвах. Малоэффективны они на кислых почвах. При известковании положительная роль бора резко возрастает как по действию на прибавку урожая, так и на снижение поражения клубней паршой. При низких нормах известия от внесения бора полностью подавляется развитие парши на клубнях. Высокое действие борных удобрений отмечается на дерново-глеевых, перегнойно-карбонатных и торфяных почвах. Наиболее распространенными борными удобрениями являются техническая борная кислота, бура и борсуперфосфат. Норма внесения их равна 1,1–1,7 кг/га. При опрыскивании вегетирующих растений используют 0,02–0,05 %-ный раствор микроэлемента; норма расхода 300 л/га. Высокоэффективно предпосадочное опрыскивание или намачивание клубней 0,01–0,9 % -ным раствором борной кислоты. Марганцевые удобрения высокоэффективны на пойменных и сильно известкованных почвах. Они обеспечивают повышение крахмалистости и содержание витамина С в клубнях.

Марганцевые удобрения вносят в виде сернокислого марганца (10–15 кг/га) или отходов марганцевой промышленности – марганцевых шламов (2–3 ц/га). Более доступна обработка клубней до посадки 0,15 %-ным раствором сернокислого марганца. На кислых дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах марганец не оказывает положительного влияния на урожай картофеля.

На картофельных плантациях применяют сульфат и хлорид цинка, а также отходы цинковой промышленности из расчета 3–5 кг/га цинка. При некорневой подкормке используют 0,02–0,05 %-ный раствор. Перед посадкой клубни картофеля обрабатывают 0,05 %-ным раствором сернокислого цинка, повышая урожай и его качество.

При выращивании картофеля на кислых почвах проводят известкование. Нормы известия зависят от кислотности почв (табл. 130).

Таблица 130 – Нормы извести для дерново-подзолистых почв, т/га

Почва	рН солевой вытяжки					
	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Песчаная	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	-
Супесчаная	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,5
Легкосуглинистая	6,0	5,5	5,0	4,5	3,5	2,5
Среднесуглинистая и тяжелосуглинистая	7,0	6,0	5,5	5,0	4,0	3,0

В севооборотах картофельной специализации известь вносят непосредственно под картофель, перед вспашкой поля, можно поверхностно по всходам или после картофеля. Эффективность извести, вносимой зимой, на 14 % ниже, чем вносимой весной. При вынужденной необходимости зимнего внесения следует избегать использования пылевидных известковых удобрений при морозе и ветре скоростью 4–6 м/с и более. Известкование зимой допустимо лишь на ровных полях, а при неровном рельефе – на склонах крутизной не более 5–6.

Топинамбур

Топинамбур [земляная груша] (*Helianthus tuberosus L.*) – многолетнее клубненосное растение семейства астровых (сложноцветных). В его клубнях содержится 20–40 % инулина (полисахарид, мономером которого является фруктоза), поэтому они пригодны для получения сахарозы. Кроме фруктозы, из клубней производят спирт, вино и винный уксус, кормовые дрожжи, пиво и другие продукты. С давних пор топинамбур известен как продовольственная культура. Во Франции его клубни используют в пищу так же, как и картофель.

Для животных хорошим кормом являются клубни и зеленая масса. В стеблях и листьях топинамбура много витаминов, содержание сухих веществ составляет 25–30 %. Клубни топинамбура содержат в среднем 70,3 % воды, 2,3 – протеина; 0,2 – жира; 1,0 – клетчатки; 17,9 – БЭВ; 1,3 % золы; ботва соответственно: 74,2; 3,0; 0,6; 4,6; 14,9; 2,7 %. Питательность 100 кг составляет 27 к. ед. и 1,5 кг перевариваемого протеина, ботвы соответственно 22,5 и 1,8. Зеленая масса может служить также высококачественным сырьем для заготовки сеной и травяной муки. Однако наибольшее применение она находит при силосовании. Топинамбур ценен в экологическом плане. Не нуждается в обработке пестицидами, поскольку устойчив ко многим болезням и вредителям, в том числе и к колорадскому жуку. Продукты переработки топинамбура: сироп, фруктоза, спирт, а также сами свежие клубни широко используют при лечении диабета, подагры, желудочно-кишечных расстройств, мочекаменной болезни, для профилактики рака, инфаркта, инсульта.

Распространение. В дикорастущем виде топинамбур встречается в Северной Америке. Оттуда он был завезен в Европу, где распространился очень быстро. Особенно большие площади под ним заняты во Франции. Возделывают его также в Польше, Венгрии, странах Скандинавского по-

луострова, Англии, в странах Америки и Азии. В мировом земледелии топинамбур занимает около 0,5 млн. га. В Российской Федерации возделыванием топинамбура занимаются во многих регионах, в том числе в Московской, Ленинградской, Иркутской, Волгоградской, Новосибирской, Омской, Саратовской областях, Краснодарском и Красноярском краях.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Топинамбур может произрастать на почвах всех типах, за исключением солонцов, солончаков и заболоченных почв. Однако наилучшими для него являются суглинистые и супесчаные почвы с глубоким и окультуренным пахотным слоем. В отличие от картофеля топинамбур не переносит кислых почв. С урожаем зеленой массы 1 т топинамбур выносит из почвы около 3 кг азота, 1,2–1,4 – фосфора (P_2O_5), 4,0–4,5 кг калия (K_2O).

Поступление азота в растения топинамбура происходит менее интенсивно, чем у картофеля. Максимальное его количество наблюдается лишь ко времени уборки, т. е. осенью. Установлено, что идет интенсивный отток фосфора из надземных органов и корней в клубни, к концу вегетации в клубнях накапливается до 50 % этого элемента. Максимальное количество калия поступает в растения к концу лета. По мере завершения роста и старения тканей содержание калия уменьшается. С урожаем клубней выносятся до 70 % общего количества калия, поступившего в растения.

Место в севообороте. Топинамбур можно возделывать в прифермских и полевых севооборотах. Небольшую поросль после ликвидации плантаций легко уничтожить гербицидами или скашиванием. Лучшими предшественниками при закладке многолетних плантаций являются однолетние и многолетние бобовые травы. При выборе места не следует размещать его после подсолнечника, некоторых корнеплодов и других культур, поражаемых склеротинией. Чтобы не допустить распространения этой болезни, закладывая плантации на том поле, где росла эта культура, можно не ранее чем через 4–5 лет. В свиноводческих хозяйствах посеvy размещают вблизи животноводческих помещений с тем, чтобы использовать для выпаса свиней.

Удобрение. При закладке плантаций топинамбура обычно вносят навоз в норме 30–40 т/га и минеральные удобрения из расчета $N_{45-90} P_{45-90} K_{45-90}$. Нормы удобрений зависят от уровня плодородия почвы, условий увлажнения и планируемых урожаев.

Органические и фосфорно-калийные удобрения, а на кислых почвах и известь вносят осенью под основную вспашку, а азотные удобрения – весной, под перепашку и культивацию. При дальнейшей культуре топинамбура внесение минеральных удобрений повторяют ежегодно. Если плантации сохраняются многие годы (10–12 лет), то через 4–5 лет повторяют внесение и органических удобрений.

Результаты проведенных экспериментальных исследований в лесолуговой зоне Республике Северная Осетия – Алания на дерново-гелевых почвах позволяют рекомендовать под топинамбур применение $N_{45}P_{45}K_{45}$ + подкормка гуматом калия (0,1 % раствор), которое существенно повышает урожайность и качество продукции (Татрова М.Т., 2009).

3.9. Наркотические и стимулирующие растения

Группа стимулирующих и наркотических растений обширна, некоторые из них приобрели мировое распространение, другие являются географически сравнительно узко локализованными. Производство и потребление стимулирующих веществ имеют тысячелетнюю историю. Их употребляют все люди без исключения. Группа стимулирующих растений в Российской Федерации представлена чаем. Употребление наркотических растений, как и стимулирующих, получило также большую популярность во всем мире. Из возделываемых в нашей стране наркотических растений наибольшее значение имеют табак и махорка.

Махорка (тютюн)

Распространение. Махорку выращивают в Индии, Алжире, Тунисе, Польше и некоторых других странах. В Российской Федерации ее возделывают в Мордовской и Чувашской республиках, Алтайском и Красноярских краях, Липецкой, Тамбовской, Рязанской, Саратовской, Волгоградской, Новосибирской, Кемеровской и Воронежской областях.

Требования к почве. Лучшие почвы для махорки – супесчаные и суглинистые черноземы и дерново-подзолистые почвы. Махорка хорошо удается в долинах рек, не сильно затопляемых весенним паводком. Для этой культуры пригодны как слабокислые, так и слабощелочные почвы с колебанием рН в пределах 6,5-8,5 (табл. 131; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 131 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для махорки

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2-4	4-8	
рН водной суспензии	6,0-6,5	6,5-8,5	8,5-8,7
Плотность, г/см ³	1,10-1,35	1,35-1,45	1,45-1,53
Содержание физической глины (< 0,01 мм), %	20-30	30-60	60-70
Обменный Na, % от ЕКО		< 3	3-5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолений, %		< 0,2	0,2-4,3
Содержание CaCO ₃ , %		1-3	3-6

Оптимальной влажностью почвы для махорки является 60-70 % НВ. При недостатке влаги она плохо растет и развивается, а в период технической зрелости наблюдается и подгар листьев. М нуждается в рыхлых почвах, хорошо обеспеченных воздухом. Застой воды приводит к вымоканию растений.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками махорки являются озимые хлеба, кукуруза, корнеплоды, зерновые бобовые, многолетние травы и овощные культуры. Ее не следует размещать после бахчевых культур, картофеля, конопли и подсолнечника, имеющих с ней общие болезни и вредителей. На хорошо удобренных участках махорка допускает повторное возделывание в течение 2-3 лет. Однако

длительная бессменная культура вызывает сильное распространение болезней и вредителей. Махорка сама является хорошим предшественником кукурузы, корнеплодов и суданской травы.

Удобрение. Для образования 1 т сырья растения махорки потребляют из почвы 3 кг азота, 1 – фосфора, 3,5 – калия и 6 кг кальция.

Махорка отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений. В зависимости от плодородия почвы вносят 40-60 т/га навоза. На обыкновенных, мощных и аллювиальных черноземах минеральные удобрения вносят из расчета $N_{90}P_{60}K_{60}$; на темно-серых, выщелоченных и оподзоленных почвах – $N_{90-120}P_{90}K_{120}$; на торфяных – $N_{20}P_{90}K_{120}$. При недостаточном содержании фосфора и калия в почве нормы минеральных удобрений увеличивают на 30 %.

При выращивании махорки в течение двух лет на одном поле необходимо ежегодно вносить полную норму минеральных удобрений. Навоз и 2/3 фосфорно-калийных удобрений вносят осенью под зяблевую вспашку. Азотные и оставшуюся часть фосфорно-калийных удобрений используют для подкормок. Первую подкормку махорки-сеянки проводят через 5-6 дней после прорывки. В этот период растения успевают хорошо укорениться и имеют 4-5 настоящих листьев. Вторую – выполняют через 10-15 дней, после первой подкормки. При выращивании махорки саженкой первую подкормку проводят с поливной водой при высадке рассады в поле, вторую – через 20-25 дней после посадки. В каждую подкормку независимо от способа культуры необходимо давать $N_{30-35}P_{15-20}K_{20-30}$. Удобрения в первую подкормку вносят на глубину 8-10 см, на расстоянии 10-15 см от рядка; во вторую – на глубину 10-12 см, на расстоянии 20-25 см от рядка.

Табак

Распространение. В настоящее время табак выращивают в 115 странах мира на площади свыше 4 млн. га. Особенно большое развитие табаководство получила в США, КНР, Таиланде, Индии, Малави, Нигерии, Танзании, Аргентине, Пакистане, Бразилии, Индонезии, Турции и Греции. Более половины табака в мире производится в Северной Америке (в США – около 1 млн. т) и Азии (особенно в Китае – около 1 млн. т и в Индии – 400 тыс. т). В Южной Америке производится 500 тыс. т табака в год, в Африке – 270 тыс. т и в Европе – 740 тыс. т в год. В Российской Федерации табак выращивают в Краснодарском крае и Республике Адыгея.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Родиной табака является Центральная Америка с различными типами саванных ожелезненных (псевдопесчаных) почв, характеризующихся низким содержанием гумуса. Существуют почвы, на которых при благоприятных условиях температуры, водного режима, питания нельзя получить сырье высокого качества. И есть типичные «табачные» почвы на которых при правильной агротехнике получают высококачественное сырье. Лучшие по качеству табаки выращивают на легких и средних по гранулометрическому составу почвах с невысо-

ким содержанием гумуса – 2,0-2,5 %, характеризующихся благоприятным водным и воздушным режимами, с достаточной влагоемкостью и водопроницаемостью. Для ароматических сортов табака пригодны малогумусные, легкие по гранулометрическому составу почвы на склонах с примесью мелкой гальки или щебня. Табак скелетной группы дает доброкачественную продукцию на серых лесных, подзолистых бурых, легких и средних по гранулометрическому составу почвах Северного Кавказа. Для табака пригодны как слабокислые, так и слабощелочные почвы с колебанием рН 4,5-8,5 (табл. 132).

Таблица 132 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для табака

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	–	1,0-2,5	2,5-3,0
рН водной суспензии	4,1-5,5	5,5-8,5	8,5-8,7
Плотность, г/см ³	1,10-1,30	1,30-1,45	1,45-1,55
Содержание физической глины, %	15-20	20-45	45-60
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3,0	3-5
Плотный остаток, %	–	< 0,2	0,2-0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0-15	15-30

Песчаные почвы с низким содержанием гумуса и влагоемкостью не пригодны для возделывания табака – сырье получается невысокого качества при низком урожае. Неблагоприятны также тяжелые по гранулометрическому составу легко переувлажняющиеся почвы. Слабая аэрация таких почв вызывает угнетение растений и резкое ухудшение химического состава листьев. Особенно плохо удается табак на тяжелых по гранулометрическому составу почвах со слитым горизонтом. Не следует возделывать его на засоленных и заболоченных землях. Хлористые соединения натрия и особенно кальция снижают горючесть табака.

На плотных почвах с высоким содержанием гумуса получают высокие урожаи, но качество табачного сырья бывает низким; чем тяжелее по гранулометрическому составу почва, тем ниже качество табака (табл. 133; Бучинский А.Ф., 1979).

Таблица 133 – Химический состав табака в зависимости от содержания в почве гумуса в условиях Кубани, % сухой массы

Почва	Белки	Никотин	Углеводы	Зола	Число Шмунка
Подзол (гумуса 2-2,6 %)	8,92	1,98	11,61	14,4	1,3
Лесостепная (гумуса 4,1-5 %)	9,22	2,16	10,44	14,0	1,1
Чернозем деградированный (гумуса 5-6 %)	11,67	2,38	6,02	15,8	0,5
Чернозем западно-предкавказский, выщелоченный (гумуса 4,5-6 %)	10,94	2,74	4,00	16,7	0,4

Обычно типичные «табачные» почвы, на которых получают высококачественное сырье, содержат не более 2,5 % гумуса. Исключение, пожалуй, составляют только перегнойно-карбонатные почвы влажных субтропических районов Закавказья, содержащие до 9 % гумуса и дающие высокое качество табака.

Лучшими для получения высококачественного табака считаются следующие почвы табаководческих районов Российской Федерации и стран ближнего зарубежья: красно-бурые, известково-скелетные, структурные, щелочные (рН 7,5-8,5), насыщенные поглощенными кальцием и магнием почвы Южного берега Крыма, подзолистые скелетные и некоторые перегнойно-карбонатные почвы субтропиков Черноморского побережья Кавказа, серые лесные и легкие наносные почвы Закавказья, подзолистые, серые лесные, легкие и средние по гранулометрическому составу почвы Краснодарского края и Молдавии, сероземы, светлые и типичные каштановые средне- и легкосуглинистые почвы Средней Азии и Казахстана.

Для образования 1 т табачного сырья, т. е. высушенных листьев растения, табак потребляет из почвы 40 кг азота, 20 - фосфора и 70 кг калия. Поступление элементов питания в надземные органы табака происходит неравномерно. Впервые 3 недели после посадки, когда сухая масса растения увеличивается медленно, наиболее интенсивно поглощается растениями фосфор. В последующие 3 недели резко возрастают прирост сухой массы растения и потребление азота и калия. Качество табака в значительной степени зависит от содержания этих элементов в листьях.

Оптимальное содержание азота в листьях колеблется в пределах 2–3 %, а белковых веществ – 9-12 % сухой массы. Большое количество белковых веществ снижает качество листьев табака, в этом случае затруднена сгораемость и присутствует неприятный запах. При недостатке азота в почве табак медленно растет, поздно зацветает, образует мелкие листья и приобретает тускло-желтую окраску; значительное число верхних листьев вследствие их малого размера не убирают. В результате урожай и качество табака сильно снижаются. Явные признаки азотного голодания табака обнаруживаются на низко плодородных старопахотных деградированных почвах.

Фосфора в хорошем табаке содержится 0,4-0,7 % сухой массы. При его недостатке растения задерживаются в росте и развитии, листья приобретают темно-зеленую окраску, качество продукции резко снижается.

Оптимальное содержание калия в листьях составляет 3-5 % сухой массы. При недостатке его листья табака становятся грубыми и морщинистыми, края листьев загибаются вниз и покрываются медно-красными пятнами отмершей ткани. Такое резкое проявление недостатка калия – явление редкое.

Содержание хлора в растениях табака не должно превышать 0,5% сухой массы. При повышенном его накоплении листья гигроскопичнее, быстрее плесневеют при хранении, а курительные свойства табачного сырья резко ухудшаются (особенно горючесть). Горючесть

табака является функцией коэффициента $\frac{K}{Ca+Mg}$. При внесении калия в почву увеличивается численность и уменьшается знаменатель, что в результате способствует улучшению горючести табачного сырья.

Минимальное содержание магния в листьях табака, при котором не проявляются симптомы недостаточности, около 0,25 % сухой массы. Недостаток этого элемента приводит к разрушению хлорофилла, вследствие чего листья теряют зеленую окраску. При дальнейшем голодании разрушаются также желтые пигменты – каротиноиды и листья становятся светло-кремовыми, но ткань листьев при этом не отмирает. Обесцвечивание листа начинается с верхушки и краев, распространяется в направлении основания и центральной жилки, причем вдоль жилок долго сохраняются нормальная окраска. Изменение окраски начинается с нижних листьев и распространяется на верхние, но верхушка побега всегда остается зеленой. Сырье получается низкого качества – высушенные листья бывают темными, пятнистыми, малоэластичными, зола – темной. Недостаток магния обнаруживается чаще всего на бедных песчаных почвах, особенно в годы с обильными осадками.

Оптимизация магниевого питания растений способствует улучшению углеводного объема, горючести, эластичности и окраски листьев. Основные признаки борного голодания растений табака: отмирание точки роста побега, прекращение роста стебля, усиленное развитие боковых побегов (пасынков), которые повторяют характер заболевания главного побега. Листья деформируются – вспучиваются между жилками, скручиваются от верхушки к основанию, становятся твердыми и хрупкими. На изломе жилок обнаруживается темная окраска проводящих тканей. При внесении высоких норм калийных удобрений замедляется поступление в растения бора, и это может служить одной из причин борной недостаточности.

Кобальт, марганец, цинк, литий, медь и молибден оказывают значительное положительное влияние на обмен азотистых веществ и углеводов в листьях табака во время вегетации и при их сырьевой обработке.

Место в севообороте. Табак выращивают или бессменно в течение ряда лет, или чередуют с другими культурами. Длительная бессменная культура табака приводит к сильному заражению растений мозаикой, вирусной и усилению эрозии почвы на склонах.

Лучшими предшественниками табака в севообороте являются озимые хлеба, кукуруза, однолетние бобово-злаковые травы. На низкоплодородных почвах его размещают после зерновых бобовых и по обороту пласта. Хороший предшественник табака – суданская трава.

На высокоплодородных почвах (черноземы и черноземовидные почвы, темно-серые лесные суглинки) качество табака, идущего непосредственно после трав, может заметно снижаться из-за избытка азота в почве. По этой причине по пласту трав следует высевать зерновые колосовые культуры и только после них, когда содержание азота в почве несколько снизится, высаживать табак.

В районах избыточного увлажнения и с теплой погодой в зимний период табак размещают по промежуточным культурам, выращиваемым на зеленый корм (вика+овес, горох+овес). Такие смеси используют для предохранения от смыва пахотного слоя почвы. Во влажных предгорных районах Северного Кавказа в качестве промежуточной культуры используется озимый рапс. Он обеспечивает получение зеленой массы в ранневесенний период, то есть до высадки рассады в поле. Нельзя размещать табак после томата, подсолнечника, конопли, хлопчатника, лука, капусты и бахчевых культур, имеющих общие с табаком болезни и вредители. Бесменное краткосрочное (2–3 года) возделывание табака допускается на вновь осваиваемых землях, а также при использовании специальных мер борьбы с вредителями и болезнями. Табак, в свою очередь, хороший предшественник яровых культур, а при ранней его уборке (первые сроки посадки) и озимых. При хорошей обработке междурядий и чистоте полей на почвах с удовлетворительными физическими свойствами озимые можно высевать после табака без глубокой вспашки поля.

Примерные для общей ориентировки, следующие схемы севооборотов:

На темно-серых почвах, деградированных и слитых черноземах, можно пользоваться такими схемами севооборота. При небольшом насыщении табаком наиболее приемлема схема: 1) многолетние травы 1-го года пользования; 2) многолетние травы 2-го года пользования, 3) яровая или озимая пшеница, 4) табак, 5) яровые или озимые, 6) табак, 7) яровые (с подсевом трав) или 1) многолетние травы, 2) многолетние травы, 3) озимая пшеница, 4) озимая пшеница, 5) табак, 6) суданка, 7) табак, 8) яровые (с подсевом трав).

При размещении табака на светло-серых и серых лесостепных, светлых каштановых почвах может быть принята следующая схема севооборота: 1) травы 1-го года пользования, 2) травы 2-го года пользования, 3) травы 3-го года пользования, 4) табак, 5) яровые или озимые хлеба, 6) табак, 7) яровые с подсевом многолетних трав.

При высоком насыщении табаком схема севооборота может быть следующей: 1) многолетние травы, 2) многолетние травы, 3) яровая или озимая пшеница, 4) табак, 5) табак, 6) яровые, 7) озимые, 8) табак, 9) яровые с подсевом трав. В этой схеме допускается возделывание табака по табаку. Опытами установлено, что на богатых почвах, обладающих прочной комковатой структурой, возделывание табака в течение двух лет подряд по обороту пласта многолетних трав вполне приемлемо.

В предгорных и горных районах избыточного увлажнения на светлых оподзоленных почвах нередко применяется следующая схема севооборота: 1) клевер 1-го года пользования, 2) клевер 2-го года пользования, 3) табак, 4) яровые или озимые хлеба, 5) табак, 6) яровые с подсевом клевера. При включении в севооборот кукурузы порядок чередования культур следующий: 1) клевер, 2) клевер, 3) табак, 4) табак, 5) яровые или озимые хлеба, 6) кукуруза, 7) яровые с подсевом клевера. На крутых склонах при такой схеме севооборота предусматривается почвопокровная культура после табака и кукурузы.

В районах влажных субтропиков на субтропических подзолах наиболее часто применяется следующая схема севооборота: 1) клевер 1-го года пользования, 2) табак и почвопокровная культура на корм или зеленое удобрение, 3) кукуруза и почвопокровная культура на корм, 4) табак и почвопокровная культура на корм или зеленое удобрение, 5) кукуруза, 6) озимь с подсевом клевера.

Удобрение. Культура табака отзывчива на удобрения. Они не только значительно повышают урожайность, но и оказывают существенное влияние на качество табачного сырья, изменяя цвет, химический состав и технологические свойства листьев.

Под табак на слитых черноземах, темно-серых лесных почвах средней нормой минеральных удобрений является $N_{60}P_{50}K_{100}$. Фосфорно-калийное удобрение вносят под зяблевую вспашку, азотное – весной под культивацию зяби. На остальных почвах вносят $N_{45}P_{90}K_{100}$. На бурых лесных почвах полную норму удобрений вносят весной под культивацию зяби. Из фосфорных удобрений предпочтение имеет суперфосфат гранулированный. При удобрении табака нельзя допускать избытка азота.

Под табак можно вносить любые азотные удобрения, кроме хлористого аммония, резко отрицательно влияющего на горючесть табака. На почвах с кислой реакцией (подзолы) лучшие результаты получаются при использовании аммонийной селитры. Физиологически кислые удобрения сильно подкисляют почву и могут привести к ухудшению качества и снижению урожая табака при длительном их применении. Лучшим калийным удобрением для этой культуры является сернокислый калий. Хлористый калий и калийную соль можно использовать под табак скелетной группы, но при условии внесения в почву не более 30 кг/га хлора. Под табак ароматичной группы хлорсодержащие удобрения не применяют.

По действию на урожай и качество табака, комплексные удобрения равноценны действию эквивалентного количества простых туков. Комплексные удобрения вносятся весной под предпосадочную культивацию или чизелевание.

Положительное влияние навоза на урожай и качество табака проявляется на всех почвах, нуждающихся в улучшении физических свойств и в обогащении органическим веществом. Навоз вносят из расчета 20-30 т/га под предшествующую культуру или обязательно с осени, под основную вспашку, с тем, чтобы ко времени высадки табака он успел достаточно разложиться. При отсутствии достаточного количества навоза можно использовать птичий помет. Вносят его в сухом измельченном виде весной под культиватор из расчета 5-6 ц/га.

Промежуточные посевы из люпина, вики с овсом или гороха с овсом используют в качестве зеленого удобрения. Их прикапывают и запахивают на глубину 14-16 см за 15-20 дней до высадки рассады табака. В этом случае применяют только фосфорно-калийные удобрения.

Большое значение имеет получение хорошей рассады табака, что достигается подбором хорошей парниковой земли с содержанием перегноя

до 50 % и внесением минеральных удобрений из расчета на 1 м²: 10-12 г двойного сульфата аммония или 7-8 г аммонийной селитры, 12 г двойного суперфосфата и 2–3 г сульфата калия, которые равномерно рассеивают по поверхности парника и тщательно заделывают вручную граблями.

Рассаду необходимо подкармливать минеральными удобрениями или птичьим пометом в виде их водного раствора. Используемый для присыпок рассады перегной одновременно является и подкормкой ее. Подкормка птичьим пометом способствует быстрому росту рассады и делает ее более устойчивой против заболеваний рябухой. Растворы помета готовят из расчета ведро помета на 8-10 л воды. Раствор в емкостях оставляют на солнце до сбраживания, после чего процеживают его через мешковину и при внесении разбавляют вдвое.

Минеральные удобрения при подкормке рассады растворяют в воде. На 1 м² рассадника на одну подкормку берут 2 г азота, по 2 г P₂O₅ и K₂O. Рассаду подкармливают 3-4 раза, приурочивая к поливам. После удобрительного полива необходимо давать легкий полив чистой водой, чтобы смыть удобрения с листочков табака. Последний удобрительный полив целесообразно проводить не позднее 10–12 дней до начала первой выборки рассады.

При выборе рассады из парников ее корневая система сильно повреждается и плохо усваивает питательные вещества почвы. Поэтому при высадке рассады вносят удобрения с поливной водой в рядки из расчета N₇₋₁₀P₁₅₋₂₀. Вместо минеральных удобрений при первой подкормке можно вносить навозную жижу в количестве 5–6 тыс. л/га.

Чай

Распространение. Дикорастущие формы чая встречаются между 15° и 40°с. ш. Арал распространения растения в культуре выходит за эти пределы. Границами распространения культурных растений чая в мире считают параллели 49°с.ш. и 30°ю. ш. Основными чаепроизводящими странами являются Индия, Япония, Шри-Ланка, Китай, Аргентина, Бразилия и Грузия. Самой северной страной выращивания чая является Россия. В частности промышленные плантации Краснодарского края являются самым северным форпостом мирового возделывания чая. Севернее этих районов чай на земном шаре не возделывается.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лучшей почвой, на которой получают хорошие урожаи высококачественного чайного листа, является почва с мелкокомковатой структурой, с мощным пахотным слоем, богатым органическим веществом, рыхлая и с хорошей водопроницаемостью. По гранулометрическому составу наименее благоприятны глинистые и песчаные почвы, на которых получают чайный лист невысокого качества. Слишком высокое залегание грунтовых вод и значительная плотность нижележащего слоя также неблагоприятны для нормального развития чайных растений. Они очень восприимчивы к реакции почвы. Наиболее благоприятными для них являются почвы с рН от 4,5 до 5,5 (табл. 134), причем не только в верхнем

слое, но и на глубине 0,7-1,0 м. На нейтральных почвах с рН 7 они хотя и не погибают, но развиваются очень плохо. На щелочных или известковых почвах чайные растения почти не развиваются и обычно гибнут.

Таблица 134 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для культуры чая

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	0,5-1,0	1-4	4-6
рН суспензии:			
водной	3,0-4,5	4,5-5,5	5,5-6,5
солевой	2,0-2,5	2,5-3,5	3,5-5,5
Плотность, г/см ³	1,10-1,35	1,35-1,45	1,45-1,55
Содержание физической глины, %	10-30	30-50	50-65
Обменный Na	Содержание не допустимо		
Плотный остаток водной вытяжки	В пределах почв кислого почвообразования		
Содержание CaCO ₃	Недопустимо ни в почве, ни в породе до глубины 150-200 см		

Оптимум рН солевой для чайного растения колеблется от 2,5 до 3,5. Однако, кроме актуальной кислотности, необходимо учитывать и степень насыщенности почв основаниями (Ca²⁺+Mg²⁺). Величины насыщенности более 60 % являются негативными, а при значениях около 80 % от емкости катионного обмена чайное растение погибает даже при сильно кислых условиях актуальной кислотности (рН солевой 3,9-4,7). В связи с этим для чайных плантаций совершенно не пригодны почвы, представляющие элювий известняковых и мергелистых пород, содержащие CaCO₃ ближе 150 см от поверхности почвы.

Лучшими почвами для чая в субтропических районах Краснодарского края являются бурые лесные почвы, развитые на красно-бурых глинах. Пригодны для него и бурые лесные почвы, развитые на желтовато-бурых глинах. Желтоземные почвы, расположенные в прибрежной полосе, под чай используются лишь небольшими участками, так как бедны гумусом и питательными веществами. Чайные растения, заложенные на желтоземных почвах без длительного предварительного их окультуривания и проведения мелиоративных мероприятий, даже при сравнительно благоприятных условиях вегетационного периода плохо растут и дают низкий не только по величине, но и качеству урожай.

С урожаем чайного листа 4-5 т/га из почвы выносятся в среднем 80 кг азота, 35 – фосфора и 46 кг калия; приблизительно такое же количество питательных веществ выносятся с урожаем грубого листа (материала для приготовления лаоча) и с подрезочным материалом.

При выращивании чая особенно большое значение имеет азот, что связано с характером культуры, выращиваемой для получения вегетативной массы. Содержание этого элемента в листьях достигает 4–5 %. При недостатке его в почве листья чайного растения желтеют, побегообразование происходит слабо и урожаи листа невысокие. При из-

бытке азота – наблюдается интенсивный рост побегов, листьев и корней. Окраска листьев становится темно-зеленой.

Фосфор способствует ускорению вызревания тканей растений в конце вегетации, нормальному развитию корневой системы, усиливает рост побегов, положительно влияет на качество собираемого зеленого чайного листа. Содержание фосфора в зеленом листе колеблется от 0,8 до 1 %. При его недостатке листья чая приобретают специфическую темно-синюю окраску. Снижается количество вегетативных почек на ветках, крона таких кустов слабеет, побеги становятся тонкими. Фосфорное голодание сильно тормозит синтез белков.

Растение, хорошо обеспеченное калием, более устойчиво к морозам, болезням и вредителям. Калий особенно необходим растению чая после тяжелой подрезки, так как способствует быстрому росту куста. Недостаток в почве усвояемых форм калия вызывает так называемый калийный голод, при котором со второй половины лета листья на ветвях нижних ярусов куста, на кончиках и по периферии, начинают желтеть, затем принимают ржаво-коричневую окраску. За осенне-зимний период калийное голодание усиливается, ржаво-коричневый цвет распространяется по всей пластинке листа. Одновременно признаки голодания переходят на листья верхних ярусов. На поврежденных листьях поселяются различные грибы, коричневый цвет листьев переходит в серый с бронзовым налетом. Листья скручиваются и становятся похожими на обгоревшие. При длительном недостатке калия растение оголяется перед началом новой вегетации и становится похожим на засохший куст.

Существенное значение для культуры чая имеет магний. При недостатке этого элемента усиливаются процессы окисления, хлорофилл разрушается, нарушается нормальный обмен веществ, и как следствие всего этого листовые пластинки обесцвечиваются, сильно снижается морозо- и засухоустойчивость чая. Диагностирование недостатка питательных элементов по внешним признакам голодания растений наряду с химическими анализами почвы и растений служит мероприятием, дающим возможность своевременно и правильно вносить удобрения.

Удобрение. Рациональное использование удобрений на чайных плантациях увеличивает урожайность, улучшает качество чайного листа и повышает зимостойкость растений.

Растение чая очень отзывчиво на применение как минеральных, так и органических удобрений. В качестве органических удобрений на чайных плантациях применяют торф, навоз, навозную жижу, птичий помет, сидераты и различные отходы производства (срезанную растительную массу, отходы чайных фабрик). Прежде всего, навоз следует вносить на молодых листо-сборных плантациях из расчета 40-80 т/га раз в 4 года под осенне-зимнюю обработку. Птичий помет вносится в чистом виде или в виде торфо-пометного компоста (10:1). В первую очередь органические удобрения вносят на плантациях, расположенных на склонах, особенно со смытыми почвами. Предварительно здесь выполняют противоэрозионные мероприятия. На равнинах органические

ские удобрения начинают вносить сначала на участках тяжелых по гранулометрическому составу почвах.

Для чайных плантаций Краснодарского края и Республики Адыгея рекомендуются следующие нормы минеральных удобрений при средней обеспеченности элементами питания:

На молодых плантациях:

до 3 лет $N_{75}P_{100}$

4–5 лет $N_{150}P_{120}K_{100}$

7–9 лет $N_{200}P_{120}K_{100}$

На полновозрастных плантациях с урожаем:

до 3,5 т/га $N_{250}P_{120}K_{100}$

3,6–5 т/га $N_{300}P_{150}K_{150}$

>5 т/га $N_{350}P_{150}K_{150}$

При низкой обеспеченности почвы доступными для растений элементами питания нормы минеральных удобрений увеличивают на 30-50 %, при высокой – снижают на 30-50 % (табл. 135; Воронцов В.В., Штейман У.Г., 1982).

Таблица 135 – Примерные индексы обеспеченности полновозрастных чайных плантаций Краснодарского края элементами питания, в слое 0-30 см, мг/100 г почвы

Элемент питания	Степень обеспеченности		
	низкая	средняя	высокая
N легкогидролизуемый, по Тюрину и Кононовой	<10	20–30	30–50
P ₂ O ₅ подвижный:			
по Чирикову,	<10	10–20	>20
по Ониани	8–15	15–30	>30
K ₂ O обменный:			
по Масловой,	<10	10–20	>20
по Ониани	5–10	10–15	>15

Оценку питательного режима также проводят методом листовой диагностики, используя флешы (табл. 136; Воронцов В.В., Штейман У.Г., 1982).

Таблица 136 – Оптимальные уровни обеспеченности полновозрастных чайных плантаций элементами питания по их содержанию в трехлистных флешах

Элемент питания	Содержание, % сухой массы		
	май	июнь	сентябрь
Азот (N)	5,2–5,6	5,0	4,8
Фосфор (P ₂ O ₅)	0,8–1,0	0,8	0,75
Калий (K ₂ O)	2,0	2,0	2,0

Лучшими формами азотных удобрений для насаждений чая являются сульфат аммония, аммонийная селитра и мочеви́на. Однако длительное внесение кислых удобрений способствует значительному подкислению почвы. Поэтому наиболее правильно чередовать применение кислых и щелочных удобрений. Эффективность форм азотных удобрений зависит от возраста насаждений: до 10 лет – лучше вносить сульфат аммония, от 10 до 20–25 лет – аммонийную селитру, старше 25 лет – мочеви́ну.

Наибольший эффект от азотных удобрений получается при внесении их в два срока: 60 % вносится в начале и 40 % – в виде летней подкормки при культивации междурядий и мотыжении рядков. При внесении азотных удобрений, особенно аммиачной селитры, следят, чтобы они не попадали на кусты чая, так как растворы данных удобрений обжигают листья, особенно покрытые росой.

Из фосфорных удобрений в чайных хозяйствах Краснодарского края применяется чаще всего суперфосфат. Сроки внесения фосфорных удобрений совпадают с проведением осенне-зимней обработки почвы. На молодой чайной плантации удобрение вносится на расстоянии 10-15 см от корневой шейки растений, полосой шириной около 40 см, и заделывается в почву на глубину 15-20 см. На пятилетних чайных плантациях удобрение можно рассеять по всей ширине междурядий и затем заделывать на ту же глубину. Если на чайной плантации выращивают травы на зеленое удобрение и вносят фосфорное удобрение, то необходимость в других удобрениях отпадает.

Калийные удобрения вносят обычно в форме хлористого калия, калийной соли или сернокислого калия при зимней обработке почвы вместе с фосфорными, на ту же глубину по всей ширине междурядья, отступая от корневой шейки на 20...25 см. Если почвы чайной плантации не подлежат зимней обработке, калийные удобрения вносят под культиватор или мотыгу на глубину 5–6 см.

До последнего времени магний в системе удобрения чая не предусматривался. Лишь после установления его влияния на жизнедеятельность растения чая были определены индексы и для этого элемента питания. Если в 100 г почвы содержится меньше 4 мг магния, а в чайном; листе – меньше 0,2–0,3 %, вносят магниесодержащие удобрения из расчета 200 кг/га, при 4–8 мг – 150, при 8–12 мг – 100 кг/га. Используют такие формы магниевых удобрений, которые не смещают рН почвы в нейтральную сторону (аммошени́т, доломит, серпентени́т, плавле́ный фосфат магния). Труднорастворимые формы магниевых удобрений (аммошени́т, серпентени́т) лучше вносить осенью или ранней весной под перекопку на глубину 10–15 см, легкорастворимые – весной одновременно с азотными с заделкой на 5–6 см.

Система удобрения чайных плантаций Краснодарского края и Республики Адыгея состоит из основного удобрения (осенне-зимний срок внесения) и подкормок. Удобрения вносят ленточным способом. На полновозрастных плантациях удобрения разбрасывают по всей ширине междурядья: фосфор и калий осенью под основную обработку;

азотные – 60 % в марте в форме сульфата аммония и 40 % в июне в форме аммонийной селитры или карбамида. На неорошаемых площадях азотные удобрения вносят в один срок. Из фосфорных удобрений вносят под чай суперфосфат простой и двойной, из калийных – калийную соль и хлористый калий. Применяют также комплексные удобрения.

На участках, отведенных под семенные плантации чая, фосфорные удобрения вносят на всю глубину пахотного слоя (0-45 см) при первичной обработке почвы: на красноземах – 500 кг/га, на подзолистых почвах – 300 кг/га по д. в. При закладке семенных плантаций в каждую посадочную яму дают от 10 (на богатых почвах) до 15 кг (на бедных) навоза или торфокомпоста. В дальнейшем на семенных участках вносят минеральные и органические удобрения тех же видов и форм, что и на листосборных плантациях.

Насаждения чая, которые используют для заготовки черенков, удобряют высокими дозами азотных, фосфорных и калийных удобрений ($N_{400}P_{300}K_{200}$) чтобы довести уровень обеспечения почвы двумя последними элементами до высокого значения. Внесение расчетной нормы азота в 300 кг/га необходимо сопровождать дополнительными мероприятиями – поливом водой, навозной жижей или внесением навоза. При вегетативном размножении чая черенкованием удобрения вносят периодически в течение года, начиная с процесса черенкования и до получения стандартных саженцев. При выращивании саженцев нормы азотных, фосфорных и калийных удобрений рассчитывают на 1 т грунта или на 1000 саженцев. Эти нормы составляют 500 г аммонийной селитры, 1500 – суперфосфата, 200 г хлорида калия. Суперфосфат и калийное удобрение вносят в субстрат перед засыпкой его в мешочки (контейнеры). Азот в виде подкормки вносят три-четыре раза равными дозами.

3.10. Кормовые культуры

Кормовые культуры – растения, выращиваемые для скармливания сельскохозяйственным животным. Они составляют большую группу растений относящихся к различным ботаническим семействам, родам и видам. В состав кормовых культур входят:

1. Многолетние травы (бобовые: донник; клевер, козлятник восточный [галегга], люцерна, люцерна рогатый, эспарцет, злаковые: волоснец сибирский, ежа сборная, житняк, костер безостый, лисохвост луговой, овсяница луговая, пырей бескорневищный, тимофеевка луговая);
2. Однолетние травы (бобовые – вика посевная, пелюшка, сераделла; злаковые – могар, райграс однолетний, суданская трава);
3. Зернофуражные (кукуруза, зернобобовые, овес, ячмень);
4. Силосные (кукуруза, подсолнечник, топинамбур);
5. Бахчевые кормовые (арбуз кормовой, кабачки, тыква);
6. Кормовые корнеплоды, клубнеплоды и листовые (брюква, капуста, картофель, морковь, свекла, турнепс).

3.10.1. Многолетние травы

3.10.1.1. Бобовые

Наиболее распространенные многолетние бобовые травы относятся к шести родам: *Trifolium* (клевер), *Medicago* (люцерна), *Onobrychis* (эспарцет), *Melilotus* (донник), *Lotus* (лядвенец), *Galega* (козлятник).

Особенностью многолетних бобовых трав является то, что от фазы отрастания до бутонизации–начала цветения у них интенсивно нарастает вегетативная масса. С начала цветения этот процесс замедляется и начинается снижение содержания азота и белка в надземной массе. Элементы питания перераспределяются в корневую систему для успешной перезимовки и создания будущего урожая. В связи с этим лучшим сроком укоса всех многолетних бобовых трав является фаза начала цветения. Задержка с укосом до полного цветения или дольше приводит к снижению содержания белка, увеличению содержания клетчатки, ухудшению качества корма.

Донник

Распространение. Донник растет в дикорастущем виде почти по всей Евразии, кроме Арктики и Дальнего Востока. Ранние формы донника распространены в северных районах (Архангельск, Вологда, Санкт-Петербург), среднепоздние формы – в степных районах, поздние – в Закавказье и в Средней Азии, а очень поздние – в странах Средиземноморья. Широко культивируется в засушливых районах США и Канады. На небольших площадях возделывается в Казахстане и Туркмении.

Урожайность зеленой массы донника на засоленных почвах 200-400 ц/га, сена в естественных зарослях – 10-30 ц/га, в посевах – 30-50 ц/га. В зеленой массе донника в начале фазы цветения растения содержится примерно 20 % белка (табл. 137).

Требования к почве. Одна из особенностей донника – широкое разнообразие почвенно-экологических условий, к которым приспособляется это растение. Лучше всего донник растет на легко- и тяжело суглинистых по гранулометрическому составу черноземах и каштановых почвах. Хорошо растет на солонцеватых, карбонатных и слабокислых почвах (табл. 138).

Таблица 137 – Среднее содержание и переваримость сырого и чистого белка в зеленой массе многолетних бобовых трав

Культура	Содержание белка, % сухой массы		Перевариваемость белка, %	
	сырого	чистого	сырого	чистого
Люцерна изменчивая	21	17	78	74
Козлятник восточный	20	17	77	73
Клевер ползучий	21	18	73	74
Донник	20	15	72	72
Лядвенец рогатый	18	15	68	68
Эспарцет	16	15	68	68
Клевер луговой	16	15	70	68

Таблица 138 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для донника

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	0,5–2,0	2–4	4–6
pH водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,6	8,6–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,55
Содержание физической глины, %	20–30	30–60	60–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	1–10	10–15
Плотный остаток, %	–	0,2–0,5	0,5–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–15

Донник каспийский хорошо растет на песчаных почвах Нижнего Поволжья, где он успешно переносит недостаток влаги и образует большую зеленую массу. Донник волжский, лучше других видов растет на известковых почвах, а донник зубчатый – на засоленных почвах, в то время как донник крымский хорошо себя чувствует на хрящеватых почвах Крыма.

В культуре наиболее распространены донник белый и донник желтый. Они могут расти на самых разнообразных почвах – на черноземах, суглинистых, подзолистых, карбонатных, засоленных. Но все виды донника не выносят избыточно сырых и сильнокислых почв и предпочитают почвы с достаточной аэрацией и наличием извести.

Донник способен хорошо расти на почвах с низким содержанием элементов питания. Это обуславливается способностью корневой системы донника поглощать их из трудно растворимых соединений. Несомненно, на таких почвах культура донника представляет большую ценность. Исключительное значение возделывание его заслуживает на засоленных, бросовых почвах, на которых другие сельскохозяйственные растения либо совсем не растут, либо растут гораздо хуже донника. Это делает его важнейшим компонентом агробиологической мелиорации солонцеватых и засоленных почв. Отчуждаемая зеленая масса, аккумулирующая в себе легкорастворимые соли, способствует рассолению почв. Концентрация солей 1,0 % при хлоридно-сульфатном засолении для всех видов донника является вредной, при 0,5–0,6 % допустимой.

Урожайность донника неразрывно связана с развитием клубеньковых бактерий на его корнях, которые развиваются неодинаково на различных почвах. Более активно они размножаются на почвах с хорошим доступом воздуха, достаточно обеспеченных элементами питания, влагой и при определенной температуре. Кислые почвы губительно действуют на эти бактерии. Обязательным условием возделывания донника на таких почвах является искусственное заражение азотфиксирующими бактериями, т. е. нитрагинизация.

Место в севообороте. В зависимости от намеченного вида использования и зоны возделывания донник занимает поле либо вместе с яровыми культурами, под покров которых высевается, либо возделывается в качестве парозанимающей культуры. Лучшими предшественниками для донника следует признать пропашные культуры (картофель, кукурузу, свеклу), т. к. они хорошо очищают поля от сорной растительности.

Донник, будучи неприхотливым к почвам, может возделываться после самых разнообразных культур. В то же время он является хорошим предшественником под все сельскохозяйственные растения. Как правило, донник не должен занимать в севообороте самостоятельного поля. Его подсевают рано весной в озимую рожь, возделываемую на зеленый корм. На следующий год первый укос делают на корм, а отаву запахивают на зеленое удобрение. Донник на зеленое удобрение может быть использован повсеместно; начиная с северных районов (Архангельск, Мурманск) и кончая восточными районами (Западная Сибирь), но особенное значение он приобретает в засушливых степных районах на засоленных почвах.

Удобрение. Донник обладает способностью усваивать питательные вещества из труднорастворимых соединений почвы и одновременно способностью накапливать при помощи бактерий большое количество азота из воздуха, поэтому он хорошо развивается и на сравнительно бедных, мало плодородных почвах. В этом его ценность. Но, как и всякое другое растение, донник хорошо отзывается на внесение удобрений, под влиянием которых резко повышает урожай зеленой массы. Следует иметь в виду, что донник особенно хорошо реагирует на фосфорные удобрения, которые значительно увеличивают урожай его как в 1-й, так и во 2-й годы жизни. Он хорошо отзывается и на калийные удобрения, особенно при одновременном внесении их с фосфорными.

Удобрения вносятся под озимую покровную культуру из расчета $P_{40-60}K_{30-40}$, и под яровую покровную культуру соответственно – $P_{60-80}K_{40-60}$. Если из-под покрова данник вышел слаборазвитым, то его следует сразу же подкормить азотно-фосфорно-калийным удобрением в дозах $N_{10-20}P_{20-25}K_{15-20}$.

На почвах, хорошо заправленных под предшествующую культуру, вносить удобрения непосредственно под донник нет необходимости. Он вполне довольствуется теми количествами удобрений, которые остаются в почве после предшествующей культуры.

На кислых почвах необходимо проводить известкование, так как на таких почвах донник растет плохо. Положительное действие извести на урожай донника продолжается в течение 8–10 лет, особенно сильно она влияет со 2–3-го годов внесения и меньше – в год внесения. Поэтому чем раньше была внесена известь до посева данника, тем сильнее ее влияние на повышение урожайности. Лучшим местом внесения извести считается паровое поле под озимые культуры. В паровом поле известь вносится с осени, лучше перед лущением стерни, когда она заделывается глубоко, а затем при вспашке на полную глубину пахотного слоя равномерно распределяется по всему слою. Под яровые культуры ее следует вносить также с осени перед вспашкой на зябь.

Нормы внесения извести колеблются в пределах 2–8 т/га в зависимости от кислотности и гранулометрического состава почвы. Поэтому количество вносимой извести устанавливается в каждом отдельном случае на основании почвенных карт и карт известкования или на основании специального определения кислотности почвы.

Клевер

В пределах рода *Trifolium* L. известно свыше 300 видов. В нашей стране на кормовые цели возделывают клевер луговой (красный), клевер ползучий (белый) и клевер гибридный (розовый). Наибольшее распространение имеет клевер луговой. Его чаще всего используют для приготовления сена и сенажа. В 1 кг клеверного сена содержится 0,55 корм. ед. и 70 г сырого белка. Клевер может за вегетацию сформировать до 12 т сухого вещества надземной массы на 1 га.

Распространение. Дикорастущие формы клевера произрастает по всей Европе, на Кавказе, в Передней и Средней Азии, Западной Сибири, далее на восток идет как заносное. Основной ареал культуры клевера находится в странах Европы, где он достигает севера Англии, Ирландии и заходит за Полярный круг в Швеции и Норвегии. На юге он доходит до средней Испании, включает всю Италию, запад Балканского полуострова, а далее южная его граница идет от верхнего Дуная к Киеву. В России северные пределы клеверосеяния достигают условной линии от Онежского озера к верховью Камы и затем к устью Иртыша, среднему течению Оби и Енисея. На юге ареал культурного красного клевера идет от Киева к устью Камы, среднему течению Иртыша, верховью Оби и Ангары. В Северной Америке культура красного клевера идет по побережью Тихого океана от крайнего юга Аляски до севера Калифорнии. В континентальной части она ограничена областями между линией от Атабаски к крайнему юго-востоку Лабрадора (на севере) и западной границей бассейна Миссури-Миссисипи. В южном полушарии культура красного клевера имеет место в Андах и в Новой Зеландии.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. В районах клеверосеяния почвы разные. Хорошие урожаи клевера получают на оподзоленных черноземах, на серых лесных, на окультуренных и произвесткованных дерново-подзолистых и подзолистых почвах. В нечерноземной полосе хорошие посевы клевера наблюдаются на рендзинах выщелоченных, подбурах, дерново-мерзлотно-таежных почвах, а также в речных долинах на аллювиально-луговых и луговых почвах. Клевер хорошо осваивает осушенные торфяники. В суббореальном поясе высокие урожаи клевера получают на разных подтипах бурых лесных почв, буровато-серых лесных почвах и серых лесостепных со слитым горизонтом. Клевер, переносит повышенное уплотнение и слитость. В предгорных и среднегорных условиях Северного Кавказа прекрасные посевы клевера наблюдаются на выщелоченных слабослитых черноземах, слитых черноземах, тяжелых глинистых темно-серых и серых лесостепных почвах. непригодны для выращивания клевера кислые почвы, торфянистые или болотные земли с высоким уровнем грунтовых вод и почвы с оглеенной или каменистой, непроницаемой для корней подпочвой. Лучше клевер растет и развивается на среднесуглинистых, хуже – на тяжелых и совсем плохо – на песчаных почвах. На почвах с малым содержанием гумуса клевер растет и развивается плохо, на засоленных совсем не растет. Лучше всего клевер удается на почвах с pH=5,5-6,5 (табл. 139).

Таблица 139 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для клевера

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	0,5–2,0	2–4	4–6
pH водной суспензии	5,0–5,5	5,5–6,5	6,5–7,5
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,60
Содержание физической глины, %	30–45	45–65	65–80
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	–
Плотный остаток, %	–	< 0,2	–
Содержание CaCO ₃ , %	Содержание CaCO ₃ не допустимо		

На сильнокислых почвах с высоким содержанием подвижного алюминия клевер растет плохо: при pH ниже 4,7 начинает резко снижать урожай, при содержании 3–4 мг/100 г почвы подвижного алюминия и pH=4,8 отмечается угнетение клевера, оно усиливается при 7–8 мг, при 10–12 мг подвижного алюминия растения сильно угнетаются и к осени первого года жизни очень изреживаются. На кислых почвах в посевах клевера в большом количестве появляется полевой хвощ, щавелек и другие сорные растения, обычно произрастающие на этих почвах. Кислая реакция отрицательно сказывается на развитии клубеньковых бактерий, вследствие чего нарушается нормальное азотное питание растений, снижается зимостойкость. Для нормального произрастания клевера большое значение имеет подпочва. На полях с дренированной подпочвой клевер развивается значительно лучше, чем на участках с избыточной увлажненностью. На супесчаных и песчаных почвах урожаи клевера сильно колеблются, что зависят главным образом от наличия влаги и питательных веществ в почве. Особенно неустойчивы посевы клевера на супесчаных почвах с песчаной подпочвой.

Для образования 1 т сена клевер расходует: 450–475 кг углерода, 15,9–19,8 – азота, 4,8–5,7 – фосфора, 15,6–16,9 – калия, 15,5–16,9 – кальция, 4,9–5,3, – магния, 1,3–1,6 кг серы. Кроме того, в корневой системе и в пожнивных остатках клевера соответственно каждой тонне сена в среднем содержится 160–200 кг углерода, 5,5–10 – азота, 7,2–9 – кальция, 2,2–3,0 – калия, 1,4–2,0 – магния, 0,7–1,2 – фосфора, 0,6–0,9 –натрия, 0,7–1,0 – серы. На каждый центнер семян клевер дополнительно расходует по 25–30 кг азота, по 10–14 кг фосфора и калия (Травина И.С., Щербачева В.Д., 1941).

Клевер требует достаточной обеспеченности медью, бором и молибденом. Молибден входит в состав ферментного комплекса нитрогеназы, фиксирующего азот воздуха, а бор способствует лучшему развитию сосудисто-проводящей системы, достаточному обеспечению симбиотической системы энергетическими материалами и максимальной биологической фиксации азота воздуха. Медь оказывает положительное действие на синтез хлорофилла в растениях клевера.

Место в севообороте. Клевер в севообороте высевают под покров озимой ржи или озимой пшеницы. Во многих районах его высевают под

яровой ячмень, овес, идущих после картофеля или другой культуры. Под яровые зерновые клевер луговой высевают одновременно с покровной культурой или же сразу после ее посева, поперек рядков. Запаздывание с подсевом клевера приводит к резкому его угнетению. При посеве под покров озимых культур его высевают весной по таломерзлой почве или при наступлении физической спелости почвы. Озимые покровные культуры раньше убирают с поля, чем яровые, что создает лучшие условия для развития клевера в год посева. На посевах озимых меньше сорняков, их высокая стерня задерживает снег и обеспечивает лучшую перезимовку клевера. Однако при больших урожаях зерна озимые угнетают клевер сильнее, чем яровые. Иногда клевер подсевают под покров вико-овсяной или горохо-овсяной смеси, убираемой на зеленый корм или сено. В каждом хозяйстве выбирают такие культуры для подсева клевера, которые обеспечивают хорошее его развитие под покровом.

Удобрение. Клевер значительно повышает урожаи при внесении под предшествующую или покровную культуру органических и минеральных удобрений, так как они способствуют лучшему росту и развитию и повышению устойчивости его в период засухи и неблагоприятной зимовки.

При подсеве клевера под озимые покровные культуры обычно рекомендуется вносить навоза 20–30 т/га. При внесении навоза под парозанимающую культуру, убираемую на зеленый корм или силос, его норму можно увеличить в 1,5 раза. На плодородных почвах более высокие нормы навоза могут вызвать полегание покровных растений и изреживание или гибель всходов клевера. Обычно питательные вещества из навоза используются в следующем количестве (в %): в первый год N – 25, P₂O₅ – 30, K₂O – 40, на второй год N – 10, P₂O₅ – 10 и K₂O – 15. В последующие годы последствие навоза постепенно снижается. Чем ближе в севообороте клевер размещают к культуре, под которую вносят навоз, тем больше повышается его урожай. В том случае, если в навозе содержится повышенное количество семян сорняков, его целесообразнее вносить под предшествующую клеверу культуру в полуперепревшем виде. В качестве органического удобрения применяют также торф и торфяно-навозные компосты. Ценность этих удобрений зависит от способа их приготовления и хранения, а также от качества исходного материала. Хорошо приготовленный торф по своему действию приближается к навозу. Для компостирования навоза, прежде всего, используют торф низинных болот, в котором содержится 1,8–3,3 % азота, 0,11–0,6 – фосфора, 0,1–0,25 – калия и 2,5–6,0 % извести. Если другие типы торфа характеризуются повышенной кислотностью и меньшим содержанием элементов питания, то низинный торф, напротив, имеет реакцию, близкую к нейтральной, и он не подкисляет почву, что особенно важно при возделывании клевера.

Применение органических удобрений не может полностью компенсировать выноса элементов питания с товарной продукцией культур севооборота, поэтому для устранения возникающего их дефицита в почве требуется вносить минеральные удобрения. Эффективность их при

выращивании клевера зависит от удобрения предшественника, свойств почвы, норм, способов, места и времени их внесения. Потребность клевера в азоте при благоприятных условиях удовлетворяется за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями. Однако на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, если под покровные культуры или непосредственно под клевер органические удобрения не применяли, вносят азотные удобрения из расчета N_{30-45} . При выращивании клевера на протяжении 2–3 лет на слабокультуренных и песчаных почвах необходимо вносить N_{45-60} в подкормку. Это способствует лучшему росту и развитию растений, заметно уменьшает изреженность посевов клевера. При внесении азотных удобрений на посевах клевера и клеверо-злаковых травосмесей необходимо принимать во внимание складывающиеся погодные условия, содержание бобового компонента в травосмеси, обеспеченность растений фосфором и калием, уровень ожидаемого урожая.

Потребность клевера в азоте при благоприятных условиях удовлетворяется за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями, поэтому для формирования корневой системы и урожая надземной массы растения чаще всего нуждаются в фосфорных и калийных удобрениях. Так, при выращивании на черноземах и серых лесных почвах клевер нуждается во внесении фосфорных удобрений, на дерново-подзолистых суглинистых почвах – в фосфорных и калийных, на песчаных, супесчаных и торфяных почвах – в калийных удобрениях. Потребность растений клевера в фосфорно-калийных удобрениях определяют по содержанию в почве подвижных форм фосфора и калия. Например, при содержании в дерново-подзолистой почве больше 100 мг/кг почвы подвижного фосфора (по Кирсанову) и такого же количества обменного калия (по Масловой) клевер не нуждается в дополнительном внесении фосфорно-калийных удобрений. При содержании 70–80 мг подвижного фосфора он еще слабо реагирует на фосфорные удобрения и начинает хорошо отзываться на них при содержании 30–50 мг P_2O_5 и ниже. Калийные удобрения необходимо вносить, если содержание обменного калия в почве ниже 100 мг/кг почвы.

В Нечерноземной зоне фосфорные и калийные удобрения вносят под озимую покровную культуру из расчета: $P_{40-50}K_{30-40}$, и под яровую покровную культуру соответственно – P_{60-70} и K_{40-50} . Если из-под покрова клевер вышел слаборазвитым, то его сразу же следует подкормить фосфорно-калийными удобрениями, которые улучшают развитие растений осенью и значительно повышают зимостойкость. Подкормка фосфорными и калийными удобрениями сразу после скашивания травостоя первого и второго годов пользования способствует их лучшему развитию, перезимовке и повышению урожая. Доза удобрений: фосфора $P_{40}K_{40-60}$.

При основном внесении удобрений под покровную культуру клевер не всегда получает необходимое количество питательных веществ в начальный период роста и развития. Поэтому весьма эффективно вносить удобрения, особенно фосфорные (P_{8-10}), в рядки при посеве клевера или покровной культуры.

Кроме основного и припосевного удобрения, проводят подкормку клевера в различные сроки: сразу после уборки покровной культуры; весной, в первый год использования клевера; после первого укоса; по клеверу второго года пользования. При подкормке вносят фосфорные или фосфорно-калийные удобрения. Фосфорными и калийными удобрениями клевер подкармливают осенью после уборки покровной культуры, поскольку в таких условиях удобрения лучше растворяются, становятся более доступными для клевера и повышают его зимостойкость. Их вносят по 45–60 кг/га поверхностно вразброс с дальнейшим боронованием. Более поздние подкормки клевера менее эффективны.

При выращивании клевера на дерново-подзолистых почвах лучшие результаты получают при использовании щелочных форм фосфорных удобрений, таких, как термофосфаты и томасшлак. Из калийных удобрений предпочтение следует отдавать сульфату калия и хлористому калию.

Клевер относится к числу растений, требовательных к магнию. Магниевое голодание чаще всего проявляется на песчаных и супесчаных почвах, а также на кислых почвах при внесении физиологически кислых удобрений, а также при увеличении содержания калия в питательном растворе. Поэтому на песчаных и супесчаных почвах в среднем на одно поле севооборота вносят 20–40 кг/га оксида магния, а на кислых почвах растворимые магнийсодержащие удобрения применяют ежегодно. Растворимые магнийсодержащие удобрения на легких почвах лучше вносить весной. При появлении признаков магниевого голодания на уже растущем травостое клевера удобрения используют в виде подкормки. Лучшей формой магниевых удобрений для кислых почв является доломитовая мука, которая одновременно служит известковым материалом.

При выращивании клевера существенное влияние на его продуктивность оказывает применение микроэлементов.

Недостаток бора сильно ощущается при возделывании клевера на произвесткованных дерново-подзолистых и карбонатных почвах борное удобрение вносят из расчета 1,5–2,5 кг/га по д.в.

Медное удобрение вносят осенью или ранней весной совместно с фосфорно-калийными удобрениями из расчета 1–2 кг/га по д.в.

Молибденовые удобрения хорошие результаты дают на кислых и слабо известкованных дерново-подзолистых суглинистых почвах. Лучшим способом их применения является предпосевная обработка семян. Опрыскивают или опудривают молибденом семена из расчета 250–400 г/ц. Кроме того, растения клевера в фазу стеблевания подкармливают 0,02–0,03 % раствором молибдата аммония. Норма расхода рабочей жидкости 300 л/га.

Для устранения повышенной кислотности почвы и увеличения эффективности удобрений необходимо проводить их известкование. Нормы известки зависят от степени кислотности почвы и ее гранулометрического состава (табл. 140).

Известь вносят в паровое поле, если покровная культура клевера – озимые. Если клевер подсевают под яровые, тогда известкуют почву предыдущей осенью или в год посева ранней весной.

Таблица 140 – Нормы CaCO₃ при известковании в зависимости от кислотности почвы, т/га

Гранулометрический состав почвы	pH _{KCl}					
	4,5 и меньше	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4–5,5
Супесчаный и легкосуглинистый	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Средне и тяжело суглинистый	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

Под клевер эффективны небольшие дозы извести, составляющие $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$ полной нормы. Такие дозы извести действуют кратковременно, и через несколько лет известкование надо повторять. Действие полной дозы извести продолжается 12–15 лет, причем известкование отражается на урожае не только клевера, но и других культур. Для известкования используют известковые туфы, доломитовую муку, мергель, молотый известняк или известковую муку, жженую и гашеную известь, сланцевую и торфяную золу, отходы сахарной (дефекационная грязь) и кожевенной промышленности и другие виды известковых удобрений.

На солонцеватых почвах проводят гипсование. Гипс в норме 3–4 т/га (на солонцах 8–10 т/га) вносят под предшественник или непосредственно осенью под клевер перед зяблевой вспашкой. Эффективно также внесение его поверхностно по 3–4 ц/га после уборки покровной культуры или рано весной на посевах прошлых лет.

Козлятник восточный

Урожайность зеленой массы козлятника восточного достигает до 70–80 т/га. Эта культура дает самый ранний весенний (раньше озимой ржи) корм, когда клевер и люцерна лишь начинают вступать в период интенсивного роста. По содержанию белка и аминокислотному составу козлятник восточный близок к люцерне, по содержанию микроэлементов не уступает традиционным кормовым растениям. Высокая продуктивность козлятника сочетается с высокой питательностью: в 100 кг зеленой массы 20–21 корм. ед., в 100 кг сена 57–58 корм. ед. В надземной массе содержится 16–25 % белка. Обеспеченность 1 корм. ед. сырым белком составляет 175–216 г. Кормовая ценность этого растения связана с хорошей облиственностью (50–70 %).

Распространение. Дикорастущий козлятник встречается только в нашей стране и является эндемичным растением Кавказа. Обычно козлятник приурочен к черноземным и наносным аллювиальным почвам, богатым органическим веществом, нейтральным или слабощелочным. Благоприятные условия для его выращивания имеются в Нечерноземной зоне, Волго-Вятском и Уральском регионах Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, Северном Кавказе. Наибольшую

перспективу для распространения козлятник имеет в районах достаточного увлажнения, где за год выпадает не менее 450–500 мм осадков. Урожайность козлятника доходит до 70–80 т зеленой массы с 1 га. Эта культура дает самый ранний весенний (раньше озимой ржи) корм, когда клевер и люцерна лишь начинают вступать в период интенсивного роста. По содержанию белка и аминокислотному составу козлятник восточный близок к люцерне, по содержанию микроэлементов не уступает традиционным кормовым растениям. Высокая продуктивность козлятника сочетается с высокой питательностью: в 100 кг зеленой массы 20–21 корм. ед., в 100 кг сена 57–58 корм. ед. В надземной массе содержится 16–25 % белка. Обеспеченность 1 корм. ед. сырым белком составляет 175–216 г. Кормовая ценность этого растения связана с хорошей облиственностью (50–70 %).

Требования к почве. Для козлятника предпочтительны плодородные, рыхлые и влажные почвы. Посевы его удаются не только на черноземных, но и на дерново-подзолистых и дерново-карбонатных суглинистых и супесчаных почвах. Растения можно возделывать на осушенных мелиорированных торфяниках и пойменных землях. В любом случае почва должна быть окультуренной, чистой от сорняков, богатой органическим веществом и иметь достаточно глубокий пахотный слой. На бедных питательными веществами почвах козлятник растет плохо. Реакция почвенного раствора должна быть близкой к нейтральной: pH – 6,5–7,0.

Место в севообороте. Платации козлятника целесообразно размещать на внесевооборотных участках или в полевых и кормовых севооборотах с использованием травостоя в течение 5–7 лет. Лучшие предшественники – чистые и занятые пары, пропашные (картофель, корнеплоды, овощные), а также озимые зерновые культуры, под которые внесены органические удобрения. На одном месте может произрастать до 15 лет. Возделывание козлятника на одном месте без перепашки в течение многих лет позволяет значительно сократить материальные и трудовые затраты.

Удобрение. В первый год жизни козлятник развивается сравнительно медленно, дает не более одного укоса (около 4,3 т/га), причем его не рекомендуется скашивать в первый год жизни, если к концу вегетации растения имеют высоту менее 20 см. Начиная со второго и во все последующие годы козлятник дает по 2–3 полноценных укоса в год, сохраняя высокую продуктивность в течение всего времени его использования.

На формирование 1 т сухого вещества, козлятник потребляет 27–35 кг азота, 2–4 – фосфора, 5–11 кг калия. Потребность растений в азоте удовлетворяется за счет симбиотической азотфиксации, которая активно происходит при pH почвы близком к нейтральной, хорошей влагообеспеченности и аэрации, наличии активных штаммов клубеньковых бактерии и средней и повышенной обеспеченности макро- и микроэлементами, особенно бором и молибденом.

Основные приемы подготовки семян к посеву: скарификация, протравливание, обработка молибденовыми препаратами. Инокуляция активными, вирулентными и конкурентоспособными штаммами – обя-

зательный агроприем, без которого получение высоких урожаев и белковой продуктивности невозможно. Инокуляцию можно совмещать с внесением молибденового удобрения.

Под предшественник вносят навоз в норме 30–40 т/га, непосредственно под козлятник $N_{20-40}P_{40-60}K_{40-60}$. На второй и последующие годы жизни козлятника проводят подкормки из расчета $N_{10-20}P_{30-40}K_{30-40}$. Обязательным агроприемом при закладке плантации козлятника на кислых почвах является их известкование.

Люцерна

Распространение. Родина люцерны – Иран, предгорья и горы Средней Азии и Кавказа. Она возделывается во всех земледельческих зонах земного шара. В северном полушарии ее посевы заходит за Полярный круг (Скандинавские страны – 69°с.ш.), в южном – широко культивируется в Океании (Новая Зеландия – 45°ю.ш.) и Южной Америке (Аргентина и Чили – 55°ю.ш.). В Российской Федерации люцерну возделывают в Центрально-Черноземном, Поволжском, Северо-Кавказском регионах. Здесь при орошении она дает по 10–12 т/га сена. Многие хозяйства Ставропольского, Краснодарского краев, Ростовской, Волгоградской областей получают сена по 12–20 т/га. Высокая зимостойкость и долголетие люцерны делают ее перспективной для Центрального района Нечерноземной зоны.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лучше всего люцерна растет на хорошо воздухо- и водопроницаемых черноземах, каштановых и бурых почвах, на сероземах, темно-серых лесостепных суглинках, на супесях с плодородной подпочвой. Она плохо удается при высоком уровне стояния грунтовых вод, а также на заболоченных и дерново-подзолистых с неглубоким пахотным горизонтом, каменистых и хрящеватых почвах. Основной ее ареал – нейтральные и щелочные почвы как бескарбонатные, так и карбонатные, причем содержание $CaCO_3$ может достигать больших значений (до 15–20 %) без заметного негативного воздействия на растения. Следует считать оптimumом люцерны pH 7,0–8,6 (табл. 141; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 141 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для люцерны

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	0,5–2,0	2–4	4–6
pH водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,6	8,6–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,60
Содержание физической глины, %	35–45	45–75	75–80
Обменный Na, % от ЕКО		1–5	5–8
Плотный остаток, %		0,2–0,7	0,7–1,0
Содержание $CaCO_3$, %		0–10	10–20

При рН 5 клубеньки на корнях люцерны почти не развиваются, а в единичных клубеньках бактерии практически не фиксируют азот из воздуха. Положительная особенность люцерны – ее солевыносливость, способность рассаливать почвы, предупреждая вторичное засоление, что важно при возделывании ее в орошаемых севооборотах.

Корни люцерны активно участвуют в создании почвенного плодородия. Они вовлекают в почвообразовательный процесс большую массу органического вещества после своего отмирания и особенно азота, синтезированного клубеньковыми бактериями. Почти все учебники по растениеводству приводят классическое сравнение Д.Н. Прянишникова: люцерна после трех лет оставляет на 1 га такое же количество органического вещества и азота, какое содержится примерно в 60 т навоза. Корни люцерны способствуют улучшению физического состояния почвы. Хорошо развиваясь в уплотненных слоях и горизонтах, люцерна рыхлит их, делает более благоприятными для последующих культур. Важная экологическая особенность люцерны – слабая чувствительность к уплотнению почв. Поэтому для люцерны вполне пригодны все слитые почвы и почвы со слитыми горизонтами. Люцерна прекрасно удается на тяжелых по гранулометрическому составу глинистых почвах, даже заплывающих и бесструктурных. Эти почвы улучшаются после люцерны. Эта культура для формирования 1 т сена потребляет: N – 39 кг, P₂O₅ – 10, K₂O – 24, CaO – 15, Mg – 8 кг. Особенно чувствительна люцерна к уровню фосфорного питания в период первых 20–25 дней после прорастания семян и до появления 6–7-го листа. При этом известно, что в первый период жизни она плохо усваивает труднорастворимые в воде формы фосфатов. В более поздних фазах развития люцерны усваивающая способность ее коневой системы повышается.

Место в севообороте. В полевых севооборотах степных районов люцерну чаще подсевают под покров яровых зерновых, реже под просо, суданскую траву или междурядья кукурузы. В хлопкосоющих районах ее высевают в растущий хлопчатник или возделывают с суданской травой, сорго или кукурузой. Люцерна дает высокие урожаи лишь на чистых от сорняков плодородных и хорошо обеспеченных влагой полях. В степных неорошаемых районах хорошими предшественниками для нее являются зерновые, идущие по черному пару, кукуруза, лен масличный, бахчевые. Сахарная свекла – плохой предшественник люцерны, так как она сильно иссушает почву. В орошаемом земледелии люцерну можно размещать практически по любому предшественнику. Высевают ее и без покрова. В севообороте люцерну выращивают в течение 2–3 лет. Нередко ее возделывают на выводных полях, где она дает высокие урожаи в течение 7–10 лет.

Удобрение. Система удобрения люцерны определяется биологическими особенностями культуры, величиной планируемых урожаев, почвенно-климатическими условиями и обеспеченностью люцерны, агрономическим фоном возделывания. Главная особенность люцерны – циклический характер ее роста и развития, то есть в течение всего

вегетационного периода у нее отрастают и развиваются побеги, и это происходит в течение 2–3 лет.

Люцерна хорошо отзывается на органические удобрения, внесенные под покровную культуру. Норма навоза – 15–20 т/га в степных районах и в увлажненных – 25–40 т/га. На сильно засоленных почвах хорошее положительное действие оказывают гипс и органические удобрения. В ранний период развития растения люцерны высоко отзываются на фосфорные удобрения.

При выращивании люцерны на неорошаемых землях в случае ее посева под покров других культур, кроме удобрений, предусматриваемых для покровной культуры, надо дополнительно вносить фосфорные удобрения из расчета P_{30-45} . При беспокровном посеве люцерны количество вносимого до посева фосфорного удобрения целесообразно увеличить до P_{60-90} . В случае выращивания люцерны на поливных землях целесообразно дозу увеличить до P_{90-120} . Рекомендуется внести вместе с семенами вносить гранулированный суперфосфат из расчета P_{15-20} .

При выращивании люцерны и травосмесей с ней на неорошаемых землях необходимо вносить до посева трав и покровной культуры дополнительно вносить K_{30-45} . При посеве люцерны без покрова норму увеличивают до K_{50-60} . На поливных землях под люцерну необходимо вносить K_{60-90} .

Не следует вносить калийные удобрения под люцерну на солонцеватых почвах. При хорошем развитии клубеньковых бактерий люцерна не нуждается в минеральном азотном удобрении. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах с повышенной кислотностью, бедных органическим веществом и не удобренных навозом в самом начале развития, люцерна нуждается в доступных ей минеральных азотных соединениях. Внесение перед посевом люцерны и травосмесей с ней необходимого количества минерального азотного удобрения (30–60 кг/га) дает положительные результаты. Однако под действием азота даже при его совместном внесении с фосфором отмечается вытеснение люцерны из травостоя. Поэтому для повышения урожайности бобово-злаковых травосмесей азот применяют со 2–3 го года пользования.

Если под покровную культуру и люцерну не вносили удобрений и люцерна после уборки покровного растения плохо растет вследствие бедности почвы питательными веществами в легкодоступных формах, необходима осенняя подкормка ее. Осенью люцерну целесообразно подкармливать фосфорными и калийными удобрениями по 30–45 кг/га каждого элемента при возделывании без орошения и по 60–90 кг при выращивании в условиях орошения. Осенью второго и последующих лет жизни посевы подкармливают из расчета фосфорных и калийных удобрений по 30–45 кг/га. Одновременно посеvy люцерны подкармливают после каждого укоса.

Для хорошего развития клубеньковых бактерий на корнях люцерны перед посевом необходимо проводить нитрогенизацию семян. Особенно она необходима на новых участках.

Люцерна сильно реагирует на недостаток молибдена и бора. Недостаток молибдена вызывает нарушение азотного и белкового обмена в рас-

тениях и замедляет фиксацию азота клубеньковыми бактериями. При низком содержании молибдена в почве можно предотвратить снижение урожая люцерны внесением в почву 1-4 кг/га молибдата аммония. Хороший эффект дает также предпосевное опудривание семян молибдатом аммония. Необоснованного внесения этого элемента надо избегать, так как слишком высокое его содержание в корме может привести к заболеванию животных.

Бор способствует формированию цветков и семян люцерны и поэтому имеет особое значение для семеноводства. Недостаток его в почве можно устранить внесением 1-2 кг/га борного удобрения в пересчете на д.в.. На выщелоченных черноземах Кубани борные, кобальтовые, марганцевые, медные, молибденовые и цинковые микроудобрения вносятся перед посевом люцерны из расчета 3 кг/га в пересчете на д.в.

Лядвенец рогатый

Лядвенец рогатый относится к лучшим кормовым травам. Сено его по питательности превосходит клеверное. Содержание сырого белка в сухой массе нередко достигает 22 %. Лядвенец отличается высокой устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям и долголетием. На одном месте произрастает более 5 лет.

Распространение. Ареал культуры лядвенца охватывает Англию, Францию, Италию, Швейцарию, Данию, Германию, Чехию, Словакию, Югославию, Венгрию, Польшу, США, Канаду, Австралию, Новую Зеландию, Украину, Российскую Федерацию и прибалтийские страны.

Требования к почве. Культура лядвенца имеет очень широкий диапазон приспособляемости к почвенным условиям. Его возделывают на черноземных и серых лесных почвах, в Центральной и Северо-Западной областях Нечерноземья, на дерново-подзолистых, палево-подзолистых и бурых лесных почвах, в условиях Черноморского побережья Кавказа, на бурых ненасыщенных, желто-бурых почвах, красноземах и желтоземах, в центральных и южных районах, на солонцеватых почвах. Наилучшего развития лядвенец достигает при достаточном увлажнении почв, хотя он и более засухоустойчив, чем клевер. Растет на кислых, нейтральных и слабощелочных почвах при pH 5,5-8,3 (табл. 142; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 142 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для лядвенца рогатого

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–5	5–8
pH водной суспензии	5,0–5,5	5,5–8,3	8,3–8,6
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины, %	10–20	20–50	50–65
Обменный Na, % от ЕКО		<3	3–5
Плотный остаток, %		< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %		0–1	1–2

Лядвенец осваивает песчаные, супесчаные и другие малоплодородные почвы. Его включают в травосмеси на эродированных землях. Но эта культура не солеустойчива, хотя и может произрастать на слабосолонцеватых почвах. Не переносит переувлажненности, но вполне мирится с почвами повышенного уплотнения.

Место в севообороте. Лядвенец рогатый чаще всего высевают в смеси с другими видами многолетних трав. В районах Нечерноземной зоны это второй бобовый компонент в травосмесях семена лядвенца рогатого должны составлять 25-30 % нормы посева бобовых трав. Также получены хорошие результаты при совместном посеве люцерны и лядвенца. Его подсевают под покров той культуры, которая считается в этом районе наиболее подходящей.

Удобрение. Лядвенец рогатый отзывчив на внесение удобрений. Перед вспашкой в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения вносят $P_{40-60}K_{40-60}$, в зоне достаточного увлажнения $P_{60-90}K_{40-60}$. Азотные удобрения вносят под предпосевную культивацию из расчета N_{20-30} , при посеве P_{10} . На второй год посева подкармливают рано весной $N_{15-20}P_{20-30}K_{20-30}$ или внести ЖКУ 180–200 кг/га. При орошении в полевых севооборотах норму удобрений увеличивают на 30–50 %.

Эспарцет

Сено эспарцета по содержанию белка и кормовым достоинствам приближается к люцерновому. Скармливание скоту зеленой массы эспарцета не вызывает тимпаний при пастьбе по росе или в дождливую погоду. Во многих степных и лесостепных районах эспарцет дает высокие урожаи сена. В маловодных орошаемых районах он превосходит люцерну по урожаю сена на 20–25 %.

Распространение. Род *Onobrychis* происходит из Передней Азии, она же является и наиболее древним очагом вхождения эспарцета в культуру. Переднеазиатские виды многолетнего эспарцета: эспарцет высокий – *O. altissima* и эспарцет закавказский – *O. transcaucasica* – стали разводиться на корм населением Закавказья и Ирана гораздо раньше, чем его начали сеять в Западной Европе. По мнению Е.Н. Синской, в Закавказье находится вполне самостоятельный очаг вхождения в культуру эспарцета, и этот очаг – более древний, чем Западноевропейский. В подтверждение этого положения она приводит многочисленные местные названия эспарцета: корнган, коронган, коринля, кулингар (Армения); курина, хаша (Азербайджан), эсперес (Иран). В Европе эспарцет введен в культуру в XV в. в Южной Франции. Из Франции культура эспарцета распространилась в начале XVII в. в Англию, а в XVIII в. – в Германию и Италию. Первые опыты введения в культуру дикорастущего песчаного эспарцета в России были произведены в 1842 г. профессор В.М. Черняевым в Ботаническом саду Харьковского университета. На Северный Кавказ культура эспарцета проникла в начале XIX в. из Закавказья. Первыми эту культуру восприняли осетины. Несколько позднее посева клевера появились у

чеченцев и ингушей. В конце XIX столетия, по свидетельству западно-европейских путешественников, культуру эспарцета можно было увидеть и у адыгов, заселявших Северо-Западный склон Кавказа.

В настоящее время эта культура на Северном Кавказе встречается повсеместно. В Российской Федерации посевы эспарцета расположены в Брянской, Владимирской, Ивановской, Калужской, Московской, Рязанской, Смоленской, Тульской, Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Орловской, Тамбовской, Ростовской, Пензенской, Самарской, Ульяновской, Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Курганенской, Оренбургской, Челябинской, Кемеровской, Новосибирской, Омской, Томской, Иркутской и Читинской областях; Краснодарском, Ставропольском и Красноярском краях; республиках Марий-Эл, Удмуртия, Чувашия, Кабардино-Балкарская, Дагестан, Карачаево-Черкесия, Чеченская, Адыгея, Ингушетия, Северная Осетия–Алания, Мордовия, Татарстан, Калмыкия, Башкортостан, Алтай, Бурятия, Саха (Якутия) и Хакасия.

Требования к почве. Эспарцет – растение сухих условий, это типичный ксерофит. Он совершенно не переносит кислых почв и растет только на нейтральных и щелочных почвах с pH 7,0-8,6 (табл. 143; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 143 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для эспарцета

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	–	1–3	3–6
pH водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,6	8,6–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,60
Содержание физической глины, %	10–20	20–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	3–5
Плотный остаток, %	–	< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	1–6	6–12

Эспарцет прекрасно удаётся на карбонатных почвах, в том числе с высоким содержанием извести, до 15-20 %. Ареал возделывания эспарцета практически совпадает с ареалом люцерны. Однако эспарцет заменяет люцерну на почвах слишком сухих, легкого гранулометрического состава, скелетных и маломощных. Это камневыносливая культура. В этих условиях эспарцет – незаменимая культура. Корневая система эспарцета способна усваивать элементы питания из труднодоступных соединений для других растений. Эспарцет раньше отрастает весной и дает более высокий урожай, чем люцерна. Общая закономерность: чем суше условия, т. е. меньше мощность и сильнее щебенчатость почв, тем более эспарцет превосходит люцерну по продуктивности.

Эспарцет является ценной культурой для восстановления плодородия рекультивируемых земель. Он образует мощную корневую систему огромной протяженности и поверхности. На 1 м² почвы общая поверхность корней эспарцета достигает более 90 тыс. см², а общая

протяженность корневой системы находилась в пределах 5-13 км. При этом характерно, что чем беднее рекультивируемый субстрат породы, тем активнее воздействует на нее эспарцет, развивая большую поверхность и длину корневой системы. Весьма эффективен на рендзинах карбонатных, так как предпочитает почвы, богатые CaCO_3 .

Эспарцет неустойчив к засолению, хотя и продуктивен в сухих условиях. Хлоридно-сульфатное засоление 0,05-0,10 % концентрации снижает энергию прорастания семян в 2-3 раза. Плохо переносит он переувлажненность, близкий уровень грунтовых вод, слитость и избыточную уплотненность почвенного профиля (Вальков В.Ф. и др., 2007).

Место в севообороте. Эспарцет выращивают в полевых, кормовых и почвозащитных севооборотах, поэтому предшественниками его могут быть различные культуры. В кормовых севооборотах эспарцет размещают после зерновых и кормовых корнеплодов. В полевом севообороте эспарцет можно высевать и как парозанимающую культуру без злакового компонента с однолетним использованием. Плохо переносит затенение покровной культурой, урожай сена зависит не только от уровня затенения, но и от его продолжительности. Это обстоятельство нужно учитывать при выборе покровной культуры. При залужении склонов его высевают без покрова в смеси со злаковыми травами.

Удобрение. Эспарцет, в отличие от люцерны и клевера, слабо реагирует на внесение органических и минеральных удобрений. Это связано с биологическими свойствами корневой системы и условиями, в которых произрастает эспарцет – недостаток влаги.

Исследования, проведенные на различных типах черноземов, имеющих достаточные запасы фосфора, калия и азота, показали слабое влияние удобрений на эспарцет. Мощная корневая система, обладающая интенсивной азотфиксирующей способностью, обеспечивает растения азотом. Глубокое проникновение корневой системы и расположение мелких, всасывающих корней в глубоких горизонтах почвы (50-70 см) позволяет усваивать труднорастворимых соединения фосфора и калия из большого объема почвы, чем это наблюдается у люцерны и клевера, у которых основная масса корней расположена в пахотном горизонте.

Эспарцет хорошо уживается с однолетними и многолетними злаковыми культурами, так как основная всасывающая зона корней у них расположена в пахотном горизонте, а у эспарцета – в подпахотном. Создание благоприятных условий для развития корневой системы, клубеньковых бактерий – основное условие улучшения пищевого режима для эспарцета. Достаточная аэрация почвы, умеренное увлажнение, нейтральная реакция почвенного раствора – наиболее благоприятные условия для азотфиксации. Поэтому на почвах тяжелого гранулометрического состава, бедных смых почвах, эффективны подкормки (Салфетников А.А., 2008).

На формирование 1 т сена эспарцет потребляет из почвы 6-7 кг фосфора, 18-20 – калия, 11-12 – кальция, 1,5-1,7 кг магния.

Непосредственно под эспарцет навоз вносить не рекомендуется. Его в количестве 40-60 т/гавносят под предшествующую культуру. На

плодородных почвах после зерновых и пропашных предшественников под эспарцет минеральных удобрений не вносят; на бедных почвах без орошения применяют фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{40-60}K_{40-60}$; на тяжелосуглинистом черноземе при орошении – $N_{60}P_{120}K_{120}$.

Практикуется припосевное рядковое внесение суперфосфата (P_{10-15}). Перед посевом семена эспарцета следует обрабатывать нитрагином и молибденом. Инокуляция семян способствует интенсивному росту корней, увеличению количества и массы клубеньков на корнях, уменьшению изреженности посевов, более интенсивному росту наземной массы и, как следствие, – увеличению урожайности. На 1 ц семян требуется 2-3 л нитрагина и 200 г молибденовокислого аммония.

Для интенсификации фотосинтеза и повышения продуктивности эспарцета в современной земледелии широко используют регуляторы роста растений. К регуляторам роста растений, усиливающим образование клубеньков и симбиотическую азотфиксацию, относятся пшеничный экстракт, гумисол, лентехнин, эмистим С, агростимулин, синтетические фитогормоны (триман, ДГ-67, ДГ-82) и бактериальные препараты комплексного действия (агрофил, флавобактерин, ФМБ-32,3), которые можно применять путем предпосевной обработки семян совместно с препаратами клубеньковых бактерий (Толкачев Н.З., Дидович С.В., 2003).

С целью улучшения фосфорного питания растений и повышения степени использования труднодоступных фосфатов почвы и удобрений созданы препараты фосфатмобилизирующих микроорганизмов – микоптил и ФИК-32-3. Их применение совместно с ризобифитом усиливает не только биологическую мобилизацию фосфатов, но и симбиотическую азотфиксацию (Салфетников А.А., 2008).

Высокоэффективна некорневая подкормка посевов эспарцета в фазе бутанизации растений 0,01 % водными растворами бора, марганца, меди, молибдена, кобальта и цинка. Норма расхода рабочего раствора – 100 л/га.

3.10.1.2. Злаковые

Все используемые в полевом кормопроизводстве злаковые травы относятся к культурам длинного дня. Они холодостойки, влаголюбивы, но оба эти свойства у разных видов проявляются в различной степени. В отличие от бобовых культур злаковые не способны к симбиозу с ризобиями и не фиксируют азот воздуха. Следовательно, продуктивность посевов полностью зависит от обеспеченности почвы азотом и норм вносимых азотных удобрений. При благоприятных условиях многолетние злаковые травы могут давать высокие урожаи вегетативной массы в течение 5–7 лет.

В таблице 144 приведены данные по содержанию белка в зеленой массе многолетних мятликовых трав в фазе начала цветения. Больше сырого белка содержится в кострече безостом и тимофеевке, а переваримость его выше у суданской травы и овсяницы.

Таблица 144 – Среднее содержание и переваримость сырого и чистого белка в зеленой массе многолетних мятликовых трав

Культура	Содержание белка, % сухой массы		Переваримость белка, %	
	сырого	чистого	сырого	чистого
Кострец безостый	14	10	61	56
Тимофеевка	14	10	52	49
Овсяница	13	9	64	61
Суданская трава	13	11	66	67
Житняк	11	8	54	59
Пырей бескорневищный	9	7	58	58

У всех злаковых трав наиболее интенсивный прирост вегетативной массы происходит от начала выхода растений в трубку до фазы колошения (выметывания), в этой фазе травы убирают на сено. Более ранняя уборка приводит к недобору урожая, а более поздняя – к резкому снижению его качества.

Волоснец сибирский

Волоснец сибирский (*Elymus sibiricus L.*) – многолетний рыхлокустовый злак. Облиственность в первом укосе составляет 40 %, во втором – 53 %. По этому показателю волоснец сибирский превосходит житняки и пырей бескорневищный.

Волоснец сибирский – ксерофит. По засухоустойчивости он приближается к житнякам. Отличается высокой морозо- и зимостойкостью. Весной отрастает рано. После укосов отрастает хорошо, по отавности превосходит житняки, пырей бескорневищный и кострец безостый. Сено волоснеца сибирского содержит 14 % сырого белка с переваримостью около 80 %. В 1 ц сена содержится в среднем 61,3 кормовой единицы и 9,2 кг переваримого протеина. Убирают на сено в фазе колошения. Урожайность до 4 т сена с 1 га.

Распространение. Волоснец сибирский распространен в лесной, лесостепной зонах и горных районах Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и Средней Азии на пойменных и суходольных лугах, в степях и горных долинах, на залежах и старых стойбищах, нередко образует чистые заросли.

Требования к почве. Растет на черноземных, темнокаштановых, песчаных, подзолистых и засоленных почвах.

Место в севообороте. Волоснец сибирский подсевают под покров яровых зерновых или применяют беспокровный посев. Он занимает то поле в севообороте, которое отведено многолетним травам. Лучшие предшественники – удобренные навозом корне- и клубнеплоды.

Удобрение. На формирование 1 ц сена волоснец сибирский потребляет 1,8-2,0 кг азота, 0,5-0,7 – фосфора и 2,0-2,4 кг калия. Отзывчив на внесение удобрений. Основное удобрение вносят под зяблевую

вспашку: навоз в норме 30-40 т/га, минеральные удобрения – из расчета $N_{30-60}P_{45-50}K_{30-45}$. При посеве вместе с семенами вносят гранулированный суперфосфат в дозе P_{10-15} . Подкорм посевов минеральными удобрениями проводят после укосов. Для этих целей рекомендуется $N_{20-30}P_{10-20}K_{15-25}$.

Ежа сборная

Ежа сборная – *Dactylis glomerata L.* – верховой рыхлокустовой злак озимого типа с хорошо облиственными стеблями высотой до 1 м. Обладает высокой отавностью, быстро отрастает после скашивания или стравливания. Урожай сена 50-60 ц, зеленой массы на пастбищах 400-500 ц/га. В 100 кг сена, убранный в начале цветения, содержится 54,5 кормовой единицы и 4,3 кг перевариваемого протеина, в 100 кг травы в фазу кущения соответственно 20,3 и 4,2. Содержание каротина в 1 кг корма колеблется от 1 мг в сене до 4 мг в траве.

Распространение. Ежа сборная встречается в естественных травостоях по всей Европе и в центральных районах Азии. Наиболее широко эта культура распространена в европейской части России, чаще в лесной и лесостепной зонах от Кольского полуострова на севере до южной границы лесостепи; встречается в южной тайге и зоне смешанных лесов, лесной зоне Западной Сибири и Алтая. В горах Закавказья ежа сборная поднимается до 2300 м, на Алтае до 2000 м, в Средней Азии до 2800 м над уровнем моря.

Требования к почве. Ежа сборная – влаголюбивое растение, дает высокий урожай зеленой массы на хорошо увлажненных почвах, однако затопление и переувлажнение переносит плохо и склонна к вымоканию. Хорошо растет на осушенных низинных болотных почвах. Может осваивать малопродуктивные эродированные земли, входя в состав травосмесей вместе с лядвенцем рогатым, костром безостым и люцерной. К типу почв ежа сборная нетребовательна. Прекрасный рост наблюдается как на дерново-подзолистых, серых и бурых лесных, так и на черноземах и каштановых почвах. Хорошо растет на увлажненных почвах речных долин. Эта культура удается на почвах со слабокислой реакцией (рН 4,7–5,5), на более кислых уплотненных почвах быстро выпадает. Оптимум рН от 5,5 до 8,0 (табл. 145; Вальков В.Ф. и др., 2007). Ежа сборная чувствительна к засолению и солонцеватости почв. Предпочитает суглинистые и глинистые по гранулометрическому составу почвы.

Место в севообороте. Ежа сборная используется для создания культурных сенокосов и пастбищ, а также в полевом травосеянии. Она сопутствует тимофеевке в центральных и западных районах Нечерноземной зоны, является ценным компонентом люцерновых смесей в хлопковых севооборотах Средней Азии. Ее можно включать в клеверные смеси.

Лучшими предшественниками для ежи сборной являются: 1) в лесной и лесостепной зонах – пропашные, озимая пшеница, озимая рожь; 2) степной – пропашные культуры, кроме подсолнечника и сахарной свеклы в засушливых районах, озимая пшеница, озимый ячмень, в восточных районах яровые зерновые, чистый пар.

Таблица 145 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для ежи сборной

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	–	2–4	–
pH водной суспензии	–	5,5–8,0	–
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины, %	20–30	30–55	55–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	–
Плотный остаток, %	–	< 0,2	–
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–0,5	–

В качестве покровной культуры используют: в лесной зоне – яровая пшеница, ячмень, овес, озимая пшеница, озимая рожь, однолетние травы на зеленый корм или силос (на тяжелых почвах и в районах с частыми весенними засухами предпочтительны яровые покровные культуры); лесостепной – просо, скороспелые сорта гороха, яровая пшеница, ячмень, овес на зерно, однолетние травы, кукуруза в чистом виде и в смеси с горохом или викой яровой на зеленый корм или силос, в засушливых районах для выводных полей летний беспокровный посев по пару; степной – просо, могар, скороспелые сорта гороха, нут, яровая пшеница, ячмень на зерно, однолетние травы, кукуруза в чистом виде или в смеси с горохом и викой на зеленый корм или силос, в засушливых районах под полупокровные посева ячменя и овса на зерно, беспокровно по пару, поукосно после уборки озимых на зеленый корм.

Удобрение. На формирование 1 т сена ежи сборная потребляет 23-25 кг N, 4-5 P₂O₅ и 36-38 кг K₂O. Она отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений. Навоз вносится в Лесной зоне под предшествующие культуры в норме 30-40 т/га, под покровную культуру – 20-30 т/га; в Лесостепной и степной зонах по 15-20 т/га. Нормы фосфорных и калийных удобрений устанавливают, исходя из содержания доступных растениям форм фосфора и калия в почве. Ориентировочные нормы основного внесения: P₆₀₋₁₀₀K₆₀₋₁₀₀. На второй год посева проводят подкормки из расчета P₃₅₋₄₅K₄₀₋₆₀.

Азотные удобрения вносятся под покровную культуру в норме N₃₀₋₆₀ на второй год пользования в зависимости от состояния бобового компонента весной проводят подкормки: при слабом изреживании бобовых трав вносят N₃₀₋₄₀, сильном изреживании – N₆₀₋₉₀.

Житняк

По строению колоса различают житняк узкоколосый и житняк ширококолосый. Из узкоколосых житняков наибольшее распространение получили два вида: сибирский и пустынный. Среди ширококолосых житняков в культуре распространены два вида: гребневидный и гребенчатый.

Распространение. Житняк сибирский, или песчаный [*Agropyrum sibiricum* (Wild.) P.B.] в естественных условиях распространен в песчаных степях Западной Сибири, на Нижней Волге. Получил распростра-

нение в земледелии юго-восточных районов страны. Житняк пустынный (*Agropyrum desertorum* Fisch.) произрастает в степях Арало-Прикаспийской низменности. Встречается в пустынной степи. Самый засухоустойчивый вид житняка. Житняк гребневидный (*Agropyrum pectiniforme* Roemet Schult.) широко распространен в степях, на суходольных лугах и лиманах южной лесостепи европейской части Западной Сибири и на Кавказе. Получил самое широкое распространение в земледелии степных и сухостепных районов. Житняк гребенчатый (*Agropyrum cristatum* L., Gaerth.) распространен в Восточной Сибири, на Алтае. Отличается наивысшей зимостойкостью и высокой засухоустойчивостью.

В 1 т сена житняка содержится 487-498 кормовой единицы и 54-69 кг переваримого протеина, в траве в период колошения – 227-231 и 41-48 соответственно.

Требования к почве. Житняки возделываются в степных, сухостепных и полупустынных районах с нейтральными, слабощелочными и щелочными почвами. Они прекрасно переносят высокое содержание карбонатов, солеустойчивы, противостоят солонцеватости. Не переносят временного переувлажнения, слитости, кислой реакции, близких грунтовых вод. Оптимум рН 7,0-8,5 (табл. 146; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 146 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для житняка

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–4	4–6
рН водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины, %:			
житняки ширококолосый и гребенчатый	30–40	40–60	60–70
житняки сибирский и пустынный	5–10	10–30	30–45
Обменный Na, % от ЕКО	–	3–5	5–10
Плотный остаток, %	–	0,1–0,4	0,4–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–20

Житняк ширококолосый (гребневидный) – наилучшая культура для травосмесей на черноземах типичных, обыкновенных, южных, на темно-каштановых почвах. Хорошо растет на тяжелосуглинистых, суглинистых и глинистых почвах, хуже на песчаных и супесчаных. Отличается высокой солеустойчивостью, может осваивать солонцы и солонцеватые почвы. Житняк гребенчатый – более засухоустойчив, чем ширококолосый, переносит засушливое лето. Хорошо произрастает на почвах каштанового типа, в том числе засоленных и солонцеватых. На черноземах уступает по продуктивности житняку ширококолосому. Житняк сибирский (песчаный) – менее засухоустойчив, чем другие виды житняков. Хорошо осваивает почвы легко гранулометрического состава в зонах черноземных степей, сухих степей с каштановыми почвами и полупустынных степей с бурыми почвами. Отличается от

других видов житняков меньшей солеустойчивостью. Житняк пустынный – самый засухоустойчивый вид житняка. Поэтому он возделывается в сухих и полупустынных степях Арало-Каспийской низменности на светло-каштановых, каштановых и бурых пустынно-степных почвах. Предпочитает глинистые и суглинистые разновидности. Отличается высокой солейносольностью.

Место в севообороте. Житняк в смеси с бобовыми травами в большинстве случаев подсевают под покров яровой пшеницы или ячменя, а иногда – под просо. Выбор покровной культуры определяется местными условиями. Однако существует одно правило: подсевать житняк или бобово-житняковую смесь следует под ту покровную культуру, которая обеспечивает получение более высокого урожая сена. В некоторых хозяйствах Западной Сибири освоены 4-5-польные севообороты без многолетних трав. В этих случаях житняк высевают в выводном поле или на пастбищах. Житняк может расти на одном месте 15-20 лет. Наибольшие урожаи дает в первые 4-5 лет жизни.

В севообороте житняк обычно занимает место после озимых или после яровых идущих по озимым, под покров которых высевается в травосмеси. Житняк в смеси с люцерной может служить хорошим предшественником для зерновых культур, в частности для пшеницы.

Удобрение. На формирование 1 т сена житняк потребляет из почвы 14-25 кг азота, 4-5 – фосфора, 16-25 кг калия. Высоко отзывается на внесение органических и минеральных удобрений. Навоз вносится осенью под весенний посев житняка в норме 20-30 т/га.

Минеральные удобрения рекомендуется вносить из расчета $N_{30-60}P_{45-60}K_{30-45}$ под зяблевую вспашку. Желательно вместе с семенами трав вносить по 50 кг/га гранулированного суперфосфата. На второй и последующие годы пользования проводят подкормки – $N_{20-30}P_{20-30}K_{30-40}$.

Костер безостый

Костер безостый – *Bromus inermis* Leyss. – корневищевый верховой злак озимо-ярового типа, высотой 80-150 см, с большим количеством вегетативных удлиненных хорошо облиственных побегов (50-80 % от общего числа побегов); листья широкие, слегка шероховатые.

Различают костры северные – луговые и южные – степные. Костры луговые влаголюбивы, выдерживают затопление полыми водами до 45 дней, но не переносят близких грунтовых вод; холодостойки. Костры степные отличаются высокой засухоустойчивостью, глубокой корневой системой, затопление полыми водами выдерживают не более 30 дней, затем погибают. Обладает хорошей облиственностью; относится к средним по времени зацветания; плодоношение – вторая половина июля – начало августа. Обе формы костра могут использовать при создании культурных сенокосов и пастбищ, в районах их распространения, а также на осушенных торфяниках с хорошо разложившимся торфом и на землях, опасных по эрозии, для их закрепления.

Урожай сена колеблется от 12 ц в засушливых районах на светло-каштановых почвах до 50 ц с 1 га и более на пойменных и других лугах при систематическом внесении минеральных удобрений. В 100 кг сена содержится в среднем 57,2 кормовой единицы и 5,9 кг перевариваемого протеина, в пастбищной траве соответственно 29,3 кормовой единицы и 3 кг.

Распространение. Костер безостый широко распространен во влажных, особенно в поймах рек, северных, северо-западных и центральных районах Российской Федерации, на Алтае (луговые формы), на Среднем и Нижнем Поволжье, в Восточной и Западной Сибири.

Требования к почве. Костер безостый может произрастать на самых разнообразных почвах, однако наилучшими для него считаются рыхлые наносные почвы речных пойм, а также черноземные супесчаные или суглинистые. Плохо растет на тяжелых каштановых, глинистых почвах и не выносит заболоченных и засоленных. Оптимум рН 6,5-8,0 (табл. 147; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 147 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для костра безостого

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–4	4–6
рН водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,0	8,0–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины, %	20–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 5	5–10
Плотный остаток, %	–	< 0,2	0,2–04
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–15

На глинистых бесструктурных заплывающих почвах, а также на слитых почвах всех подтипов сильно изреживается.

Место в севообороте. Широко используется в травосмесях при создании культурных сенокосов и пастбищ. Весной трогается в рост очень рано, давая большое количество зеленого корма, заменяет озимые культуры, возделываемые на зеленый корм. Полного развития достигает на 2-3-й год жизни; в травостое держится более 10 лет.

В севообороте костер безостый занимает место после озимых и пропашных культур. Сеют под покров яровых зерновых культур. Сам он хороший предшественник для зерновых культур, в частности для пшеницы. В травосмеси с бобовыми (люцерна и эспарцет) он значительно повышает урожай зерновых.

Удобрение. Хорошие результаты дает внесение удобрений. Основное удобрение (минеральное и органическое) следует заделывать под зяблевую вспашку, а подкормку применять после укосов.

Навоз в норме 30-40 т/га вносится под предшествующую культуру или под покровную культуру из расчета 20-30 т/га. Минеральные удобрения вносятся под покровную культуру из расчета N₃₀₋₆₀P₆₀₋₁₀₀K₆₀₋₉₀. Подкормки проводят на второй и последующие годы пользования после скашивания травостоя.

Лисохвост луговой

Лисохвост луговой (батлачок луговой) – *Alopecurus pratensis* L. – корневищечно-рыхлокустовый злак озимо-ярового типа высотой 70-120 см, с хорошо облиственными стеблями и большим количеством прикорневых листьев; соцветие – плотный султан. Влаголюбив, выносит затопление полыми водами до 30-45 дней, но не выдерживает застойных вод, страдает от засухи, морозостоек, устойчив к весенним заморозкам, теневынослив. В поймах рек нередко образует чистые заросли. Дает сено и пастбищный корм высокого качества. В 1 ц сена содержится 47,7 кормовых единиц, 5,1 кг перевариваемого протеина; в 100 кг зеленого корма – 18,8 кормовых единиц, 2,3 кг перевариваемого протеина и 4 г каротина.

Распространение. Лисохвост луговой растение широко распространенное, главным образом, на лугах лесной зоны в Европейской части России, менее в Сибири, на Дальнем Востоке выступает как заносное. В Сибири он представлен алтайским предгорным и луговым западносибирским экотипами. Повсеместно на Северном Кавказе в обилии произрастает лисохвост луговой. Адыгские племена, населявшие огромную территорию Северо-Западного Кавказа, не только знали эту траву, что в какой-то степени подтверждается наличием специфического адыгейского названия – бэджаклэ, что в дословном переводе на русский язык означает «хвост лисы», но и широко использовали на корм скоту.

Требования к почве. Лисохвост луговой дает хорошие урожаи сена на пойменных почвах – аллювиально-луговых, луговых, лугово-черноземовидных суглинистого гранулометрического состава. Требователен к рыхлости и хорошей оструктуренности почв. Не чувствителен к карбонатности. Плохо переносит кислую реакцию среды, каменистость и сильную скелетность почв. Не переносит засоления.

Место в севообороте. Лисохвост луговой применяется для посева в травосмесях при создании семенных сенокосов и пастбищ на обеспеченных влагой лугах и осушенных низинных болотах. Может быть использован также для залужения в лесотундре и южной части тундры Крайнего Севера. Хорошо переносит выпас скота при нормальной нагрузке пастбища. Наилучшее развитие лисохвост луговой достигает на 3-й год. В травостое держится более 10 лет.

Лучшие предшественники – озимые и яровые зерновые культуры. В качестве покровной культуры чаще используют ячмень, овес и яровую пшеницу. Сам лисохвост луговой в смеси с бобовыми травами является хорошим предшественником для зерновых культур.

Удобрения. Навоз вносится под предшествующую культуру в норме 30-40 т/га, минеральные удобрения под покровную культуру из расчета $N_{30-40}P_{60-90}K_{45-60}$. На второй и последующие годы пользования травостоя проводят подкормки азотно-фосфорно-калийными удобрениями в дозе $N_{15-20}P_{30-45}K_{30-45}$. Лучший срок подкормок – после скашивания травостоя.

Овсяница луговая

Урожайность сена овсянки луговой составляет 30-50 ц/га, семян 3-4 ц/га. В 100 кг сена содержится 48,3 кормовой единицы и 5,1 кг перевариваемого протеина, в 100 кг травы в фазе цветения соответственно 27,5 кормовой единицы и 3,3 кг.

Распространение. Овсяница луговая – *Festuca pratensis* Huds. – многолетний рыхлокустовый низовой злак озимого типа развития, высотой 75-120 см. Встречается во всех районах европейской части Российской Федерации, на Кавказе и в Сибири, но в направлении к востоку ее участие в травостое резко уменьшается. Особенно обильна на пойменных лугах. Овсянку луговую возделывают в смеси с другими злаковыми и бобовыми травами на пастбищный корм, сено, травяную муку и резку, а также сенаж в лесной, лесостепной зонах и в лесном и лесостепном поясах гор. В средних и более южных районах дает устойчивые урожаи в смеси с люцерной при орошении. При посеве полного развития достигает на 2-3-й год и держится в травостое 6-8 лет. При использовании на сено дает два укоса, при пастбищном использовании возможно 4-5 циклов стравливания; устойчива к выпасу скота. Весной трогаются в рост рано, но затем ее рост замедляется.

Требования к почве. Растет в самых разнообразных почвенно-климатических условиях. Чаще всего встречается в поймах рек, по опушкам лесов, обочинам дорог, на суходолах и остепененных лугах, в лесной зоне, лесостепи, в лесном и лесостепном поясах гор. Типичные для овсяницы почвы – дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы оподзоленные и выщелоченные, бурые лесные почвы. Лучший гранулометрический состав – глинистый и суглинистый. Успешно произрастает также на осушенных болотах. Хорошо вегетирует в широком диапазоне рН 5,5 до 7,5 (табл. 148; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 148 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для овсяницы луговой

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	–	2–4	–
рН водной суспензии	4,5–5,5	5,5–7,5	7,5–8,0
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины, %	20–30	30–50	50–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	–
Плотный остаток, %	–	<0,2	–
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–0,5	–

Овсяница луговая плохо удаётся на легких супесчаных и песчаных почвах с низким залеганием грунтовых вод, не мирится с засолением и солонцеватостью.

Место в севообороте. Овсяницу луговую высевают в смеси с клевером красным, или люцерной посевной, или эспарцетом. Она полного развития достигает на 2-3-й год жизни. В травосмесях держится в

среднем 6-8, а при благоприятных условиях – свыше десяти лет. При посеве в смеси с бобовыми травами под покров озимых овсяницу целесообразно высевать осенью, одновременно с покровной культурой. При весеннем посеве овсяницу и бобовые высевают вместе с покровной культурой зерно-травяными сеялками.

Лучшие предшественники – озимые и яровые зерновые культуры. Хорошими предшественниками являются пропашные культуры. Сама овсяница луговая – хороший предшественник для зерновых культур.

Удобрение. Для формирования 1 т сена овсяница луговая потребляет 15-20 кг азота, 5-10 – фосфора и 20-25 кг калия. Культура очень отзывчива на минеральные удобрения. В среднем под покровную культуру вносят: 30-40 кг азота, 40-60 – фосфора и 30-40 кг калия. Ежегодно проводят подкормки: $N_{15-20}P_{20-30}K_{20-25}$.

Пырей бескорневищный

Пырей бескорневищевый (нежный) – *Agropyrum tenerum* Vasey (*Roegneria trachycaulon* (Link. Nevski) – многолетний рыхлокустовой верховой злак озимо-ярового типа развития. Стебли тонкие, хорошо облиственные, высотой до 100-110 см. При посеве полного развития достигает на 2-3-й год, на 4-й год урожай его значительно снижается. При беспокровном посеве часто цветет или плодоносит уже в первый год. В травостое держится 4-5 лет. Средний урожай пырея бескорневищного 25-30 ц сухой массы с 1 га, семян 2-4 ц с 1 га. Дает два укоса на сено или 3-4 сжавывания на пастбище. В 1 ц травы в фазе выхода в трубку содержится 24,5 кормовой единицы и 3,9 кг перевариваемого протеина.

Распространение. В дикорастущей форме пырей бескорневищный на территории Российской Федерации не встречается. Широко распространен в культуре в лесостепных и степных районах; хорошо развивается также и при посеве в высокогорных долинах Кавказа.

Требования к почве. Пырей бескорневищный обладает высокой способностью осваивать солонцы и солонцеватые почвы. Солеустойчив. Предпочитает нейтральные и щелочные почвы тяжелосуглинистого и суглинистого гранулометрического состава. Плохо переносит кислотность почвы, переувлажнение и слитость. Оптимум для этой культуры рН 7,0-8,5 (табл. 149; Вальков В.Ф. и др., 2007). Пырей бескорневищный не выдерживает длительного затопления полыми водами, хорошо реагирует на орошение.

Место в севообороте. Пырей бескорневищный используется в полевых севооборотах как дополнительная культура к люцерне, эспарцету и житняку, а в кормовых – и к коостре безостому. Высевают под покров яровых или озимых культур, но можно сеять его и без покрова. Лучшие предшественники – зерновые, зернобобовые и пропашные культуры. Пырей бескорневищный в травосмесях с люцерной и эспарцетом является хорошим предшественником для сельскохозяйственных культур, в частности для яровой пшеницы.

Таблица 149 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для пырея бескорневищного

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–4	4–6
pH водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,5	8,5–8,8
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,34–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины, %	20–45	45–60	60–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 5	5–15
Плотный остаток, %	–	< 0,2	0,2–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–15

Удобрение. На формирование 1 т сена пырей бескорневищный потребляет из почвы 12-15 кг азота 7-9 – фосфора и 20-25 кг калия. Отзывчив на удобрения. Навоз в норме 30-40 т/га вносится под предшествующую культуру. Минеральные удобрения из расчета N₃₀₋₄₀P₄₀₋₆₀K₄₀₋₅₀ – под покровную культуру. Во 2-й и последующие годы пользования проводят подкормки: N₁₅₋₂₀P₃₀₋₄₀K₃₀₋₄₀.

Райграс высокий

Райграс высокий (французский) – *Arrhenatherum elatius* (L.) M. et K. – многолетний рыхло – кустовой верховой злак ярового типа развития, с большим количеством прямостоячих, голых хорошо облиственных стеблей высотой 80-100 см. В первый год цветет и дает высокий урожай сена; полного развития достигает на 2-й год жизни и держится в травостое до 5 лет. Хорошо отрастает после скашивания. Дает урожай сена 60-80 ц/га, семян 2-8 ц/га. В 100 кг сена содержится 54,7 кормовой единицы и 8,5 кг переваримого протеина, в 100 кг травы соответственно 18,4 и 1,8. Используется для включения в сенокосные и сенокосно-пастбищные травосмеси на сено, зеленый корм на Северном Кавказе.

Распространение. В дикорастущей форме райграс высокий распространен на лугах юго-запада европейской части Российской Федерации, в лесном поясе гор Кавказа.

Требования к почве. Наилучшими для райграса высокого являются черноземные почвы. На пойменных землях дает очень высокие урожаи сена. Не переносит кислых и сильно уплотненных почв. Удастся на солонцах и на проницаемых почвах заливных лугов, а также на суглинистых, богатых перегноем.

Место в севообороте. Райграс размещают в кормовых или в полевых севооборотах. Райграс хорошо удается при посеве в смеси с однолетними бобовыми травами. В смеси с райграсом однолетним рекомендуется высевать вику яровую по 100–120 кг, чину посевную по 120–150 кг и люпин желтый по 120–150 кг/га. Лучшие предшественники зерновые и зернобобовые культуры. Сеют под покров яровых зерновых культур, а также практикуется беспокровные почвы. Райграс высокий сам является хорошим предшественником для культур полевого севооборота.

Удобрение. На формирования 1 т сена райграс высокий потребляет 15–20 кг азота, 5–10 – фосфора и 25–30 кг калия. Навоз рекомендуется вносить в норме 30–40 т/га под предшествующую культуру, а минеральные удобрения под покровную культуру из расчета $N_{30-60}P_{60-90}K_{45-60}$.

Тимофеевка луговая

Тимофеевка луговая – аржанец луговой – *Phleum pratense* L. – многолетний рыхлокустовый верховой злак ярового типа развития, высота до 1 м. В посевах полного развития достигает на второй год и в травостое держится до 4-6 лет. При использовании на сено дает два укоса. Урожай сена достигает 80 ц с 1 га. Своевременно и хорошо убранное сено богато каротином. В 100 кг сена содержится 48,8 кормовой единицы и 5 кг перевариваемого протеина, в 100 кг травы соответственно 25,3 и 1,8. Своевременно убранное и хорошо высушенное сено богато каротином и витамином С.

Распространение. Тимофеевка луговая распространена в Европе, Азии, Северной Африке, Северной Америке и Австралии. В России в диком виде встречающаяся на влажных лугах, главным образом в лесной и лесостепной зонах, а также в горных районах Кавказа и Алтая. Хорошая приспособленность к почвенно-климатическим условиям Нечерноземной зоны позволяет возделывать тимофеевку во всех северных районах Российской Федерации до границы возможного земледелия, а также в лесостепи в смеси с клевером, люцерной или эспарцетом.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Тимофеевка луговая хорошо растет на различных почвах. Высокопродуктивна на почвах лесных типов в Нечерноземной зоне, где она сопровождается в травосмесях клевер красный. В этих условиях она приспособляется к кислым почвам с рН 4,5-6,5. Хорошо развивается тимофеевка и в зоне распространения черноземов, в долинах и поймах рек на аллювиально-луговых, луговых и лугово-черноземных почвах, с реакцией среды 6,5-8,0. Здесь тимофеевка мирится с некоторой слитостью почвенного профиля. Высокую продуктивность она проявляет в зоне лесостепи на серых лесных почвах и на черноземах оподзоленных и выщелоченных. Оптимум рН почвенной среды для нее находится в пределах 5,5-7,5 (табл. 150; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 150 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для тимофеевки луговой

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–6	6–8
рН водной суспензии	4,5–5,5	5,5–7,5	7,5–8,0
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины, %	20–45	45–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	–
Плотный остаток, %	–	< 0,2	–
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–0,5	0,5–1,0

По гранулометрическому составу для тимOFFеевки лучше подходят тяжелые почвы, а также суглинистые разновидности. Она плохо удаётся на песчаных и супесчаных почвах. Не переносит солонцеватости, засоленности и заболоченности.

На образование 1 ц сена тимOFFеевка выносит из почвы 1,3-1,4 кг N, 0,6-0,8 – P₂O₅ и 1,9-2,0 кг K₂O; при семенной культуре для создания 1 ц семян и соответствующего количества надземной массы – 22,7 кг N, 6,3 – P₂O₅ и 25,6 кг K₂O. Основную массу минеральных веществ тимOFFеевка луговая потребляет в период от фазы кущения до выхода растений в трубку.

Место в севообороте. В полеводстве тимOFFеевку луговую чаще всего высевают в смеси с клевером красным, люцерной посевной или другим бобовым растением. Поэтому она занимает то поле в севообороте, которое отведено многолетним травам. В чистом виде ее высевают при семенной культуре. В этом случае посеы размещают после картофеля или корнеплодов, хорошо удобренных навозом, или в специальных севооборотах. При посеве под покров озимых тимOFFеевку рекомендуется высевать осенью, одновременно с посевом озимой покровной культуры – озимой пшеницей или рожью, а клевера – рано весной. При подсеве под яровые травосмесь клевера с тимOFFеевкой следует высевать одновременно с покровной культурой – яровой пшеницей, ячменем или овсом в самые ранние сроки, когда в почве содержится наибольшее количество влаги.

Удобрение. ТимOFFеевка предъявляет повышенные требования к элементам питания и отзывчива на внесение удобрений. Для уменьшения засоренности травостоя тимOFFеевки луговой навоз лучше вносить под предшествующую культуру – 30-40 т/га.

ТимOFFеевка очень отзывчива на азотные удобрения. Их вносят под покровную культуру из расчета N₃₀₋₉₀ в зависимости от уровня плодородия почвы. На второй и последующие годы пользования травосмесью посеы подкармливают азотными удобрениями. Нормы в зависимости от изреженности бобового компонента составляют N₃₀₋₆₀. Фосфорно-калийные удобрения вносят дробно: в виде основного удобрения из расчета P₆₀₋₉₀K₆₀₋₉₀ и подкормок – P₃₀₋₄₀K₄₀₋₆₀. Подкормки проводят на второй и последующие годы жизни весной и осенью после укосов.

Известкование подзолистых кислых почв в значительной степени повышают урожай. Норма внесения извести – в среднем 2,5-5 т/га.

3.10.2. Однолетние кормовые травы

Группа однолетних кормовых трав объединяет растения семейства бобовых и злаковых, дающих урожай только в год посева. Из бобовых растений широко используют вику яровую и озимую (мохнатую), люпин кормовой, пелюшку (горох кормовой), сераделлу и чину посевную; из злаковых – могоар, просо африканское, сорго и суданскую траву.

Однолетние травы используют, как правило, на зеленый корм, реже – на силос, сенаж, травяную муку. Это хорошие парозанимающие культуры, позволяющие своевременно освобождать поля для посева озимых. Их выращивают также в качестве пожнивных и поукосных промежуточных культур.

3.10.2.1. Бобовые

Вика

Как культурное растение вика очень древняя. В настоящее время это самое распространенное из числа однолетних кормовых бобовых растений. Выделяют пять форм: 1) типичная озимая, 2) полуозимая, 3) типичная яровая – незимующая, 4) яровая зимующая и 5) типичные двуручки. Яровые формы имеют южное происхождение, озимые – северное. Наиболее часто выращивают яровую и озимую (мохнатую) вику. Яровая (посевная) вика – важнейший источник увеличения ресурсов растительного белка, необходимого для сельскохозяйственных животных. В 1 кг зеленой массы вики содержится 0,16 корм. ед., в 1 кг сена – 0,48 корм. ед. и 123 г перевариваемого протеина. В зеленой массе вики яровой (в расчете на абсолютно сухое вещество) содержится белка 17 %, в сене – 19-22, в зрелых семенах – 26-37 %. Вика озимая (мохнатая) характеризуется высокими кормовыми достоинствами. Перед укосом на сено в надземной сухой массе содержится 15–20 % сырого белка, 1,4–2,4 % жира, 17–29 % БЭВ. Высокая урожайность, экологическая пластичность, высокие питательные достоинства обеспечили вике широкое распространение в различных районах нашей страны.

Распространение. Основными районами возделывания вики яровой являются Нечерноземная зона и лесостепные районы достаточного увлажнения Черноземной зоны России. В степной, недостаточно увлажненной полосе яровая вика имеет ограниченное распространение. На север эта культура на корм может продвигаться почти до Полярного круга, но надежное выращивание ее из-за возможности созревания семян начинается к югу от широты Вологда-Киров.

Озимая (мохнатая) вика используется как озимая и как яровая культура. Озимая вика распространена в Европейской части России и на Кавказе.

Требования к почве. Вика удается на разных почвах, но наиболее высокие урожаи дает на черноземах, серых лесных и хорошо окультуренных дерново-подзолистых лесных, супесчаных, суглинистых и глинистых почвах. Очень хороши для нее осушенные торфяники с нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 6-6,5). На песчаных почвах урожаи вики резко снижаются. Плохо она удается на кислых и засоленных почвах; лучше всего вика растет и развивается на почвах с нейтральной или слабокислой реакцией (табл. 151; Вальков В.Ф. и др., 2007). На почвах с рН ниже 4,5 вика обычно дает низкие урожаи семян или совсем не зацветает. Неблагоприятны для нее и карбонатные почвы.

Место в севообороте. В полевых севооборотах вику яровую высевают в занятом пару для получения сена или зеленой массы или в специальном поле для выращивания семян. В кормовых севооборотах ее можно высевать в различных полях. Она малотребовательна к предшественникам. Хорошо удается после озимых, пропашных культур, яровых хлебов.

Вику озимую на зеленый корм высевают в смеси с рожью в занятом пару или пожнивно после уборки озимых. Пожнивные посевы

дают удовлетворительные результаты в южных районах стран с теплой продолжительной осенью и достаточным количеством осадков.

Таблица 151 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для вики

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–5	5–8
pH водной суспензии	5,0–5,5	5,5–7,5	7,5–8,0
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины, %	10–20	20–50	50–60
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	–
Плотный остаток, %	–	< 0,2	–
Содержание CaCO ₃ , %	Содержание CaCO ₃ не допустимо		

Удобрение. Вика, как в чистом посеве, так и в смеси с другими культурами хорошо отзывается на удобрения. На формирование 1 т семян и соответствующего количества надземной массы она потребляет из почвы 65–120 кг N, 15 –P₂O₅, 18 кг – K₂O.

Вико-овсяная смесь, а также посе́вы вики с другими злаковыми компонентами отзывчива на внесение навоза, который вносят в норме 20–30 т/га под зяблевую вспашку, и фосфорно-калийные удобрения.

Злаковые культуры являются более сильным конкурентом в усвоении вносимых удобрений. При недостатке в почве фосфора и калия они угнетают вику. С внесением достаточного количества этих элементов питания в почву вика хорошо развивается, повышаются ее азотфиксирующая способность и урожай. Внесение повышенных норм азотных удобрений усиливает рост злаковой культуры, создает благоприятные условия для усвоения им фосфора и калия, угнетает развитие вики и уменьшает количество ее в урожае. Внесение под вико-злаковые смеси фосфора и калия по 45–60 кг/га повышает урожай зеленой массы на 30–40 %. Наибольшее влияние оказывает внесение удобрений с осени под вспашку. Хороший эффект обеспечивает рядковое внесение P₁₀₋₁₅ в форме гранулированного суперфосфата вместе с семенами.

Обычно азота, содержащегося в почве и фиксированного из воздуха, достаточно для формирования высокого урожая вики, Поэтому азотные удобрения непосредственно под нее не вносят. Не следует применять их и на ее посевах в смеси с зерновыми культурами в районах с достаточным и повышенным количеством влаги, поскольку в этом случае вика может сильно угнетаться злаковым компонентом. Лишь на малоплодородных дерново-подзолистых и подзолистых почвах в условиях холодной затяжной весны, а также на посевах вики со злаковым компонентом после зерновых культур целесообразно под предпосевную культивацию внести азотные удобрения из расчета N₂₀₋₃₀, что обеспечит растения этим элементом до образования клубеньков. В аналогичных условиях при возделывании вики в смеси с горчицей белой вносят N₁₅₋₂₅. В этом случае их используют для ускоренного роста горчицы в начальный период развития.

Вика, как другие бобовые культуры, обладает повышенной способностью извлекать фосфор из труднодоступных соединений. Поэтому все виды фосфорных удобрений для нее равноценны.

Урожай вики мохнатой в смеси с рожью или озимой пшеницей резко возрастает при весенней подкормке, которую обычно проводят сразу же после схода снега. Средние нормы внесения удобрений: азота 20 кг, фосфора и калия по 45 кг/га д. в.

Микроудобрения на посевах вики, особенно бор- и молибденосодержащие, очень эффективны. Они повышают устойчивость растений к заболеваниям и активизируют процесс азотфиксации. Если микроэлементы не были внесены при предпосевной обработке семян, то их применяют в основном в виде молибденизированного и борного суперфосфата при посеве в рядки в дозах 1-1,5 кг/га д. в. Можно обрабатывать вегетирующие растения вики растворами молибденово-кислого аммония и борной кислоты (по 0,2-0,3 кг/га препарата, растворенного в 150-200 л воды).

Вика большую часть азота необходимого ей извлекает из воздуха благодаря функционированию клубеньковых бактерий. До начала ветвления стебля клубеньки образуются в основном на главном стебле. Потом этот процесс продолжается на корнях второго порядка. Наибольшее количество клубеньков формируется к началу цветения, а в период образования бобов их численность уже снижается. В зависимости от условий произрастания вика 40-60 % потребности в азоте обеспечивает за счет азотфиксации. Поэтому применение нитрагина, содержащего активные штаммы бактерий, – обязательный прием в технологии возделывания вики, как в чистом, так и в смеси со злаковым компонентом. В качестве высокоэффективного нитрагина применяют ризоторфин – культуру клубеньковых бактерий, размноженных в стерильном торфе с частицами не более 0,25 мм. В 1 г заводского ризоторфина содержится не менее 2,5 млрд. клубеньковых бактерий.

Посевы вики в смеси со злаковыми культурами хорошо реагируют на известкование кислых почв. Нормы известки устанавливают по гидролитической кислотности почвы. Более эффективно вносить под доломитовую муку, являющуюся дополнительным источником магния. Результативность известкования возрастает при своевременном его проведении за 2-3 года до посева.

Люпин

Распространение. Северная граница посевов желтого люпина проходит по линии Санкт-Петербург – Вологда – Казань. Северная граница семеноводства данного вида установлена по северной границе Брянской области. Большие площади этой культуры высевают в Московской, Брянской, Владимирской, Калужской, Орловской и Смоленской областях. Севернее желтого люпина продвигается люпин узколистный. Посевы его распространены прежде всего в центральных областях Нечерноземной зоны, но скороспелые сорта узколистного люпина можно возделывать и севернее. Узколистный люпин более скороспелый, чем

желтый, и дает раннюю продукцию зеленой массы, у него сравнительно раньше созревают также и семена, но общая продуктивность его ниже, чем у желтого люпина. Еще севернее узколистного люпина культивируют люпин многолетний. Белый люпин пригоден для возделывания на Черноморском побережье Северного Кавказа. Раннеспелые сорта его можно возделывать и в Центральной Черноземной области.

Требования к почвам и особенности минерального питания растений. Люпин дает низкие урожаи на тяжелых, переувлажненных, слабопроницаемых глинистых почвах, а также на почвах с близким залеганием грунтовых вод. Малопригодны для выращивания люпина также сильно оподзоленные почвы. Требования к почве желтого люпина меньше, чем узколистного, а их обоих ниже, чем белого. Желтый люпин лучше всего развивается на песчаных и легких суглинистых почвах, т. е. на почвах, на которых можно сеять лишь рожь, овес и картофель. Узколистный люпин предпочитает более связные почвы с большей водоудерживающей способностью. Но на тяжелых глинистых почвах он растет хуже. Вследствие глубокого проникновения в почву его корня он часто страдает от избыточной влажности почвы и высокого расположения грунтовых вод. Белый люпин характеризуется наибольшей требовательностью к почве. Ему лучше подходят суглинистые и супесчаные почвы, отлично растет он на лессовых глинах и на черноземах. Люпин характеризуется повышенной чувствительностью к реакции почвенного раствора. Растения люпина лучше растут и развиваются при рН почвы от 5 до 6.

Для образования 1 т урожая зерна люпин потребляет 60-68 кг азота, 17-19 – фосфора и 38-47 кг калия. Элементы питания он потребляет из почвы довольно равномерно на протяжении первого периода вегетации до наступления бутонизации и цветения (табл. 152; Бровенко Ф.М. и др., 1971).

Таблица 152 – Потребление питательных веществ растениями люпина, % максимального количества

Фаза вегетации	Элементы питания, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Появление всходов – начало цветения	32	38	45
Цветение	65	65	80
Цветение-созревание	100	100	100

В межфазный период бутонизация-формирование бобов у растений люпина наблюдается повышенная потребность в элементах питания, так как в этот период при продолжающемся росте необходимо обеспечить еще образование и развитие генеративных органов. Указанные изменения потребности в питательных веществах несколько различны у видов люпина в связи с особенностями их биологии. В этом от-

ношении следует выделить белый люпин, который сильно ветвится после начала цветения. Усвоение азота у белого люпина непрерывно усиливается по мере роста и развития растений, тогда как у желтого и узколистного люпинов в период цветения наступает замедление темпа усвоения азота, увеличивающегося только после цветения. Усвоение калия у желтого люпина в фазу цветения также несколько сокращается, а у белого и узколистного люпинов ускоряется. Наибольшей интенсивности потребление калия у всех видов достигает в период после цветения. Фосфор у желтого люпина потребляется более равномерно, а у белого и узколистного люпинов – с возрастающей интенсивностью. Кальций поглощается всеми видами люпина больше всего в период цветения.

Место в севообороте и предшественники. При возделывании в полевом севообороте люпин часто размещают в поле однолетних трав. В кормовых 6-7-польных севооборотах он обычно занимает третье и пятое поля, отводящиеся под силосные культуры; в прифермских – поле однолетних трав. В этих севооборотах кормовым люпином целесообразно также занимать половину поля, отводящегося под кукурузу с целью одновременной уборки и закладки обогащенного белком силоса. Зеленую массу на корм скашивают в фазе сизых бобиков и силосуют преимущественно с кукурузой.

Удобрение. Люпин кормовой хорошо реагирует на органические удобрения. Он хорошо использует последствие органических удобрений. Для удобрения люпина можно использовать торф (30-40 т/га), эффективность которого на песчаных почвах довольно высока.

Азотные удобрения под люпин применяют лишь на очень бедных песчаных и супесчаных почвах и в годы с холодной и затяжной весной. Внесение 20-30 кг/га обеспечивает молодые растения азотом клубеньковыми бактериями и люпин не перейдет на собственное самообеспечение этим элементом питания. Этот так называемый стартовый азот вносят обычно перед посевом.

На песчаных и супесчаных почвах под люпин в первую очередь вносят калийные удобрения в норме K_{70-90} . Хорошо отзывается люпин и на фосфорные удобрения. Средняя норма их составляет P_{60-70} . Фосфорные и калийные удобрения целесообразно вносить под зяблевую вспашку. Если их в это время не внесли, тогда вносят весной под культивацию ($P_{45-60}K_{45-60}$). На слабокультуренных почвах, а также на почвах, где под основную обработку было внесено недостаточное количество фосфорных удобрений, весьма эффективно их внесение (P_{10}) в рядки при посеве.

Подкормка кормового люпина фосфорно-калийными удобрениями не всегда дает положительные результаты. Однако, если удобрения под люпин не вносили до посева и во время посева, необходимо проводить подкормку фосфорными и калийными удобрениями ($P_{30}K_{30}$). Подкормку проводят в фазу четырех настоящих листьев. Подкормку прежде всего проводят при широкорядном посеве кормового люпина.

Магниевые удобрения увеличивают урожайность люпина, улучшают качество, положительно влияют на фиксацию атмосферного

азота. Внесение их необходимо при возделывании люпина на почвах, имеющих низкое содержание магния по всему профилю. Накануне посева люпина обязательно обрабатывают его семена нитрагином. Заражение семян нитрагином, как показали многочисленные опыты, заметно повышает урожай зеленой массы и семян люпина в годы с хорошей обеспеченностью влагой. В сухие же годы, при явном недостатке влаги в почве, данный прием оказывается безрезультатным.

На продуктивность посевов люпина оказывает существенное влияние микроэлементы. При недостатке бора в растениях нарушается углеводный и белковый обмен. Бор играет существенную роль в процессе плодообразования, повышает урожай надземной массы люпина, количество клубеньков на корнях. Молибден, кобальт и цинк оказывают положительное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян, количество и качество урожая. Микроэлементы применяют путем предпосевной обработки семян и некорневой подкормки в фазу бутонизации растений люпина. Оптимальные дозы 25-50 г/т и 100-150 г/га соответственно.

Пелюшка

Пелюшка (*Pisum arvense L.*) или кормовой горох, по внешнему виду очень похожа на горох посевной и отличается от него антоциановой (красно-фиолетовой) окраской основания прилистников.

Распространение. Пелюшка распространена в Европейской части России. Зеленая масса содержит 24 % сырого белка на абсолютно сухую массу, сено – 19, семена – около 22 % сырого белка. Холодостойкость и скороспелость пелюшки позволяют возделывать ее в северных районах страны (Архангельская, Волгоградская, Кировская области, Республика Коми), где плохо вызревают семена вики посевной. В Нечерноземной зоне пелюшка – лучшая пожнивная культура.

Требования к почве. Произрастает на различных почвах, за исключением кислых и сырых, с близким стоянием грунтовых вод. Лучше всего удается на легких почвах – супесчаных и суглинистых средней связности.

Место в севообороте. Основные посевы пелюшки размещают в занятом пару, т. к. пелюшка – хорошая парозанимающая культура. В кормовом севообороте высевают в поле, отведенном под однолетние травы. Следует отметить большое значение пелюшки как поукосной и поживной культуры. Высевают ранней весной рядовым способом в смеси с зерновыми, подсолнечником, бобовыми и в чистом виде. Лучший срок посева на семена – ранняя весна.

Удобрение. Под пелюшку вносят примерно такие же удобрения и в таких же количествах, что и под вику яровую. Под основную обработку почвы вносят фосфорно-калийные удобрения из расчета $P_{45-60}K_{45-60}$. При посеве в смеси со злаковыми культурами под предпосевную культивацию рекомендуется применять азотные удобрения в дозе N_{20-30} . Высокоэффективным приемом технологии производства пелюшки следует считать рядковое внесение суперфосфата во время посева из расчета P_{10-15} .

Сераделла

Сераделла (*Ornithopus sativus Broth.*) – однолетнее мелколистное бобовое растение. После укоса хорошо отрастает. Возделывают на зеленый корм, сено, силос, выпас, зеленое удобрение. Урожай зеленой массы 200-250 ц, сена 30-35 ц, семян 5-10 ц с 1 га. В 100 кг зеленой массы сераделлы содержится 17 кормовых единиц, 2,88 % перевариваемого протеина, 0,59 % жира, 6,33 % клетчатки, 1,81 % золы, 12,73 % безазотистых экстрактивных веществ. Главное значение имеет сераделла не в качестве самостоятельной культуры, а при подсевном и поукосном возделывании.

Распространение. Возделывается в Белоруссии, Полесье Украины, Прибалтике и в западных районах Российской Федерации.

Требования к почве. Сераделла хорошо растет на легких по гранулометрическому составу почвах, а также на осушенных торфяниках. Особенно хорошо растет на песчаных почвах. Ее называют клевером песчаных почв. Дает высокие урожаи на супесях и легких суглинистых почвах, пригодны красноземы субтропиков. Реакции почвенного раствора сераделла нетребовательна, но на кислых почвах положительно отзывается на слабое известкование, на почвах с повышенной щелочностью наблюдается замедление роста.

Место в севообороте. В полевом севообороте сераделлу на зеленый корм и сено высевают в паровом поле, на семена – в яровом. В кормовом севообороте ее размещают в различных полях, в зависимости от потребностей в зеленом корме. Можно высевать как самостоятельную (основную) культуру и как подсевную под озимые и яровые. На корм высевают одновременно с ранними зерновыми культурами, рядовым способом, в чистом виде или в смеси со злаковыми и бобовыми. Для получения семян применяют беспокровные посева. Сераделла сама отличный предшественник для зерновых и пропашных культур.

Удобрение. Сераделла отзывчива на органические и минеральные удобрения. Навоз следует вносить под предшествующую культуру в норме 30-40 т/га. На песчаных почвах большее значение имеют калийные удобрения, при переходе к более связным почвам возрастает роль фосфорных. Фосфорно-калийные удобрения вносятся под основную обработку почвы, азотные – под предпосевную культивацию в дозах $N_{30-40}P_{40-60}K_{40-60}$.

Хорошо влияют на урожай сераделлы микроудобрения, особенно бор-, молибден-, марганец- и медьсодержащих. Их вносят путем предпосевной обработки семян 0,05 % водными растворами микроэлементов, при норме расхода рабочего раствора 10 л/т семян. Известковые удобрения в посевах сераделлы довольно эффективны, особенно содержащие магний.

3.10.2.2. Злаковые

Могар

Могар (*Setaria italica Moch.*) – однолетнее злаковое растение. Возделывают на сено, зеленый корм, силос, фуражное зерно и как пожнивную культуру. В местностях с годовым количеством осадков 300–330 мм нередко собирают сена могоара 40–50 ц/га. Укосная масса со-

держит 14–14,5 % протеина. В зерне могоара переваримого белка 10,3 % против 9,8 % у овса и 9,25 % у ячменя.

Распространение. Основные районы возделывания могоара в нашей стране – полузасушливые степи юга и юго-востока, европейской части Российской Федерации, Западной Сибири, Северного Кавказа и центральной-черноземной полосы.

Требования к почве. Широкий ареал возделывания могоара показывает, что его можно возделывать с успехом на разнообразных почвах, в том числе на легких песчаных и осушенных торфяниках. Лучшие почвы – черноземные и каштановые почвы. На каштановых и светло-каштановых почвах Поволжья могоар не уступает суданской траве по урожаю сена или превосходит ее. На черноземных почвах, где выпадает больше осадков, чем, например, в Нижнем Поволжье, суданская трава превосходит могоар по урожаю сена примерно в 2 раза. непригодны для этой культуры сильнокислые и заболоченные почвы.

Место в севообороте. Могоар размещают в полях, отведенных под однолетние культуры. Лучшие предшественники озимые, пропашные и зернобобовые культуры. Одно из основных требований к предшественникам – чистота поля от сорняков. На участках с низким уровнем плодородия почвы и при недостатке удобрений могоар обычно размещают в последнем поле севооборота.

Удобрение. Могоар на формирование 1 т сена потребляет из почвы 17–20 кг азота, 4–5 – фосфора и 15–17 кг калия.

Органические удобрения вносят под предшествующую культуру или под основную зяблевую вспашку в норме 30–40 т/га. Ориентировочные нормы минеральных удобрений $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$. Фосфорно-калийные удобрения вносят под основную обработку почвы, а азотные – под предпосевную культивацию.

Суданская трава

Суданская трава (*Sorghumsu danensis Piper.*) – одна из самых ценных кормовых культур. По урожайности сена она превосходит другие однолетние кормовые культуры, выращиваемые в этом регионе, при хорошей агротехнике обеспечивает получение 5–7 и даже 10 т/га сена. В сене суданской травы содержится 9–10 % сырого белка. В 1 кг ее зеленой массы содержится 65–80 мг каротина. Коэффициент переваримости белка около 60 %, жира – 45, БЭВ – 73, клетчатки – 70 %. Следовательно, сено суданской травы – хороший корм. В 1 кг зеленого корма содержится 0,17 корм. ед., а в 1 кг сена – 0,52 корм. ед.

Распространение. Родина суданской травы – Судан. В Россию культура была завезена в начале XX в. Ее выращивают в степных, лесостепных районах нашей страны. Она с успехом произрастает на Северном Кавказе, в Поволжье, Западной Сибири, ЦЧО и на Дальнем Востоке.

Требования к почве. Суданская трава хорошо произрастает на всех разновидностях черноземных почв, на темно-каштановых почвах, пойменных землях и осушенных торфяниках. непригодными для посева

суданской травы являются сильно подзолистые, супесчаные и бедные органическими веществами почвы. На таких почвах она дает низкие урожаи, значительно ниже, чем другие однолетние травы и кормовой люпин.

Суданская трава может расти на слабокислых почвах. Оптимальные условия для ее роста и развития складываются в широком диапазоне реакции почвенной среды (табл. 153; Вальков В.Ф. и др., 2007). Суданская трава растет на засоленных и солонцеватых почвах. Не переносит переувлажнение, затопление, слитость.

Таблица 153 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для суданской травы

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–2	2–4	4–6
pH водной суспензии	5,5–6,0	6,0–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,55
Содержание физической глины, %	10–20	20–50	50–75
Обменный Na, % от ЕКО		< 5	5–15
Плотный остаток, %		<0,2	0,2–0,6
Содержание CaCO ₃ , %		0–5	5–15

Место в севообороте. Лучшими предшественниками суданской травы являются вика, чина, горох, овес и его смеси с бобовыми культурами, картофель, корнеплоды, оборот пласта многолетних трав, кукуруза и озимые зерновые культуры. В южных районах она хорошо удаётся после уборки ячменя, пшеницы, гороха на зерно, а в лесостепной зоне – озимой ржи, вико-овсяной, чино-овсяной смеси на зеленый корм или сено.

Люцерну, эспарцет, клевер, кукурузу и озимую пшеницу после суданской травы высевать не рекомендуется. В то же время овес, высеваемый после суданской травы, дает значительно больший урожай зерна и соломы, чем овес, выращиваемый после могоара и ячменно-овсяной смеси. При размещении этой культуры в полях севооборота необходимо учитывать ее особенности как предшественника. После суданской травы почва бывает иссушена на большую глубину, а легкодоступный азот легко используется на формирование урожая. Поэтому в сухостепных районах после нее размещают бахчевые культуры, у которых корневая система проникает на глубину 10 м.

Удобрение. Суданская трава развивает мощные растения и дает особенно высокие урожаи тогда, когда выращивается на плодородных хорошо удобренных почвах, имеющих достаточные запасы питательных веществ, необходимых для ее роста и развития. На образование 1 т сухого вещества потребляет из почвы 25–30 кг азота, 6–7- фосфора и 15–17 кг калия.

Органические удобрения вносятся под предшествующие культуры. Минеральные удобрения вносят под суданскую траву из расчета N_{45–50}P_{30–45}K_{30–45}. На выщелоченных черноземах лучшими удобрениями являются азотные и фосфорные, а на легких супесчаных и песчаных – полное минеральное удобрение.

Для суданской травы характерна повышенная потребность в азотных удобрениях в так называемые критические периоды – в период кушение – выметывание метелки, а также интенсивного наращивания массы. Азотные подкормки, проводимые после очередного стравливания или скашивания, при нормальном обеспечении растений водой создают благоприятные условия для их дружного отрастания. Высокую прибавку урожая обеспечивают азотно-фосфорные подкормки в дозе 20–30 кг/гад. в., проводимые после каждого укоса. Из местных удобрений весьма эффективны навозная жижа, разбавленная водой в соотношении 1:3–4 непосредственно перед подкормкой, птичий помет или печная зола.

3.10.3. Зернофуражные культуры

В создании устойчивой кормовой базы животноводства большое значение имеют зернофуражные культуры – кукуруза, ячмень, овес, сорго, а также высокобелковые культуры – горох, люпин, вика и соя.

Кукуруза. Трудно переоценить значение кукурузы, культуры высокоурожайной и многостороннего использования. Но особенно ценна она в кормовом отношении. Зерно ее незаменимый компонент комбикормов. В зерне кукурузы содержится 65–70% крахмала, 8–9 – протеина, а в зародыше до 40 % жира, в 1 кг зерна – 1,34 кормовой единицы, в то время как в 1 кг овса – 1 кормовая единица, ячменя – 1,27 и озимой ржи – 1,18 кормовой единицы. Белок кукурузы содержит незаменимые аминокислоты, имеющих важное значение для откармливания животных, особенно молодняка.

Наиболее высокие урожаи кукуруза дает на рыхлых воздухопроницаемых почвах, обеспеченных питательными веществами и влагой. Хорошие урожаи получают на суглинистых, супесчаных и песчаных почвах при обеспечении их водой и питательными веществами. Пойменные земли и осушенные торфяники также пригодны для возделывания кукурузы. Плохо удается она на засоленных почвах, сильно кислых и с близким залеганием грунтовых вод.

Кукуруза требовательна к предшественникам. Наиболее высокие урожаи она дает на плодородных и чистых от сорняков почвах. Это связано со слабым развитием растений в первые дни после всходов, когда их могут угнетать сорняки. Лучшие предшественники для нее озимые, зернобобовые культуры, а также корне- и клубнеплоды. Кукурузу можно возделывать на одном месте без существенного снижения урожая в течение ряда лет.

Кукуруза отзывчива на органические и минеральные удобрения и при их внесении повышает урожай зерна даже на плодородных Кубанских черноземах. Рекомендации по возделыванию кукурузы в Краснодарском крае предусматривают внесение удобрений с осени под зяблевую вспашку на выщелоченных черноземах в центральных и южных увлажненных районах в количестве 15–20 т/га полуперепревшего навоза или минеральные удобрения $N_{30}P_{20}K_{30}$, на карбонатных почвах зоны недостаточного увлажнения: 15–20 т/га навоза или $N_{30}P_{30}K_{20}$.

Кроме того, при посеве кукурузы во всех районах края рекомендуется вносить в рядки гранулированный суперфосфат в дозе P_{10} .

Ячмень по сравнению с другими зерновыми культурами обладает лучшими кормовыми достоинствами. Особенно высоко ценится зерно, выращенное в южных районах страны. Хорошим грубым кормом для скота служат солома и мякина ячменя, которые по питательности превосходят пшеничную.

Посевы ярового ячменя с успехом могут быть расширены в западных, центральных и южных районах страны. Озимый ячмень урожайнее ярового, но может высеваться только в самых южных районах, так как он неморозоустойчив.

Ячмень культура требовательная к плодородию почвы. В первый период рей он нуждается в большом количестве легкоусвояемых питательных веществ. Эта особенность обуславливает необходимость размещения ячменя по таким предшественникам, которые обеспечивают растения всем необходимым сразу после появления всходов. Наиболее высокие урожаи ячмень в Нечерноземной зоне дает при размещении после пропашных и озимых культур.

Система удобрений, разработанная с учетом наличия в почве подвижных соединений фосфора и калия, а также потребности растений в элементах питания, – важный резерв повышения урожайности.

При определении вида и нормы удобрений под ячмень следует учитывать хозяйственный вынос элементов питания, и наличие их в почве в доступной форме. На формирование 1 т зерна ячмень расходует 26 кг азота, 11 – фосфора и 20 кг калия. Из вносимых удобрений он использует 50–60 % азота, 25–28 – фосфора – 42 % калия. Кроме того, из почвы, растения ячменя потребляют 10 % фосфора и 15 % калия. С учетом запасных питательных веществ в почве и планируемого урожая рекомендуются следующие примерные нормы удобрений под ячмень (табл. 154).

Таблица 154 – Примерные нормы удобрений под ячмень

Планируемая урожайность, ц/га	Азот(N)			Фосфор (P_2O_5)			Калий (K_2O)		
	окультуренность почвы			содержание, мг/100 г почвы			содержание, мг/100 г почвы		
	хорошая	средняя	слабая	15–25	10–15	<8	>20	20–10	<10
16–20	–	30	40	10*	40	50	–	30	50
24–28	30	50	70	40	50	70	40	60	80
32–36	50	70	–	60	80	–	60	80	–
40–45	70	100	–	70	90	–	80	100	–

* Вносится в рядки при посеве

Овес – ценная высокоурожайная культура. Зерно его – прекрасный концентрированный корм для сельскохозяйственных животных. Зерно овса содержит около 40 % крахмала, 11–16 % сырого белка, 4,4–6,9 % жира, витамины. Белки овса отличаются от белков пшеницы и

ячменя повышенным содержанием незаменимых для организма человека и животных аминокислот – аргинина, цистина, лизина, триптофана. По содержанию жира зерно овса превосходит другие злаковые зернофуражные культуры. Жир овса в основном состоит из глицеридов, олеиновой и линоленовой кислот и хорошо усваивается животными. Зерно богато также соединениями кальция, фосфора и железа.

Овсяная солома – хороший корм для лошадей, крупного рогатого скота и других сельскохозяйственных животных, содержит более 4 % переваримого белка, около 2 % жира и ряд других питательных веществ. Особенно ценным кормом для сельскохозяйственных животных является сено и зеленая масса вико-овсяных и горохо-овсяных смесей.

Овес хорошо растет на всех почвах, но более высокие урожаи дает на участках, имеющих в гумусном горизонте достаточное количество питательных веществ. Размещение овса по лучшим предшественникам резко повышает его урожай. Хорошие урожаи овса получают при размещении его посевов после зернобобовых культур. Хорошие предшественники – пропашные культуры.

Система питания растений овса играет решающую роль в получении высоких и устойчивых урожаев. Хотя эта культура менее требовательна к пищевому режиму почвы, чем пшеница и ячмень. Вместе с тем он дает значительные прибавки урожая при внесении удобрений. Ориентировочные нормы минеральных удобрений $N_{30-60}P_{40-60}K_{40-60}$.

Сорго. В засушливых районах высокие урожаи зерна дает сорго. Это культура поистине больших возможностей. По химическому составу зерно сорго близко к зерну кукурузы. В 1 ц зерна сорго содержится 12–15% протеина, 3,5–4,5 – жира, 71–82 – безазотистых экстрактивных веществ, 2,4–4,8 – клетчатки, 1,2–3,2 % золы и 118–130 кормовых единиц.

Просо широко используется на кормовые цели. Зерно его высокопитательный концентрированный корм для сельскохозяйственных животных, особенно для птиц. Оно содержит около 70 % крахмала, 12,9 – сырого протеина, 3,8 % жира. Жир состоит преимущественно из олеиновой и линолевой кислот. Зерно проса – источник необходимых организму зольных элементов: калия, натрия, кальция, магния, фосфора, а также витаминов. В размолотом виде просо – хороший корм при откорме свиней. Просяная солома и полова – ценный корм для крупного рогатого скота и других сельскохозяйственных животных. Первая по кормовым достоинствам приближается к селу однолетних трав. В ней содержится 6,9 % протеина, 1,8 – жира и 27,8 % клетчатки, в овсяной соломе соответственно 3,9; 1,9; 33,9 %.

Просо требовательно к плодородию почвы. Наиболее пригодны для него хорошо аэрируемые структурные почвы, содержащие питательные вещества в легкорастворимой форме. Оно выносит из почвы элементов питания больше, чем другие зерновые культуры, уступая лишь пшенице по выносу азота.

Наиболее высокие урожаи проса дает при размещении посевов после озимой пшеницы, зернобобовых, кукурузы, убранной на силос, и других пропашных культур.

Просо – культура высокого агрофона. Она хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений. Система удобрения включает основное ($N_{30-40}P_{30-50}K_{30-40}$), припосевное (P_{10-15}) и подкормки: первая ($N_{20}P_{30}K_{20}$) и вторая ($N_{10}P_{15}K_{15}$).

Повышение содержания белка в кормах – важнейшая задача сельскохозяйственного производства. Дефицит его в кормовом рационе снижает продуктивность животных, и ведет к крайне непроизводительному использованию кормов. Поэтому при совершенствовании структуры посевных площадей необходимо повысить удельный вес зернобобовых культур, улучшить агротехнологию их выращивания.

Соя – один из самых значительных источников увеличения производства кормового белка. Кормовая ценность сои определяется высоким содержанием в ее семенах белка (40 %), жира (20 %), углеводов (25 %), а также витаминов (А, В, С, Д, Е), и минеральных солей. При средней урожайности семян 15 ц/га она дает 500–600 кг/га протеина и 250–300 кг/га жира. Никакая другая культура не может подобно сое за 3–4 месяца дать такое количество белка и жира.

Система удобрения сои включает основное, припосевное и подкормки. Ориентировочные нормы удобрений $N_{30-40}P_{60-90}K_{40-60}$.

Горох. Повышения содержания белка в кормовых рационах можно добиться путем увеличения производства гороха. Его зерно широко используют в комбикормовой промышленности для приготовления концентрированных кормов. В нем содержится до 30 % белка, 43–48 – крахмала, 1,2–1,5 – жира, 10 % сахара, растворимые органические кислоты, витамины и минеральные вещества. Белок гороха содержит почти все аминокислоты, необходимые для животных, хорошо усваиваемые организмом – лизин, цистин, тирозин, аргинин, гистидин, триптофан.

Горох хорошо отзывается на внесение минеральных, особенно фосфорно-калийных удобрений. Ориентировочные нормы удобрений: $N_{20-40}P_{40-60}K_{30-60}$.

Вика является важным источником повышения белковой питательности корма. В зрелых семенах ее содержится 28–34 % белка, а в сене – 15–26 %. Размолотые семена вики в лесостепных районах используют как высокопитательный концентрированный корм.

Органические и минеральные удобрения в севообороте в основном вносят под предшествующие культуры. Непосредственно под яровую вику используют фосфорно-калийные минеральные удобрения и небольшие дозы азотных. При определении норм внесения минеральных удобрений учитывают степень окультуренности почвы и содержание в ней питательных веществ. Азотные удобрения под вику вносят под предпосевную культивацию, фосфорно-калийные – подзяблевую вспашку. Чтобы избежать сильного полегания и увеличения периода вегетации вики, не рекомендуется вносить под нее навоз или известь. Ориентировочные нормы удобрений $N_{20-30}P_{45-90}K_{30-60}$.

3.10.4. Силосные культуры

Силосные культуры занимают 30–35% площади всех кормовых культур на полевых землях. Силосованные корма составляют около 30% годовых рационов крупного рогатого скота, а в зимний, стойловый, период в зависимости от почвенно-климатических условий зоны – до 50%. Для заготовки силоса практически используют все виды травянистых растений, кроме ядовитых. Подбор и выращивание культур на силос определяются, прежде всего, почвенно-климатическими условиями зоны, специализацией животноводства, биологическими свойствами растений и их продуктивностью.

Кукуруза – основная силосная культура. Она отличается высокой урожайностью и питательностью, хорошо силосуется. В 1 ц силоса из стеблей и листьев кукурузы с початками в фазе молочной спелости содержится 1,0–1,5 кг переваримого протеина и 18–20 кормовых единиц, в фазе молочно-восковой спелости соответственно 1,1–1,3 и 23–26. Богатая сахаром кукурузная масса может быть использована для силосования в смеси с трудно силосующимися (донник, лебеда, осоки) или с несилосующимися (ботва арбуза, тыквы, люцерна, вика) кормовыми культурами. В зерне кукурузы содержатся 65–70 – крахмала, 9–12% белка, 4–6% жира, а также витамины, минеральные соли. Килограмм его содержит 1,34 кормовой единицы. Початки, засилосованные в молочно-восковой спелости, по кормовому достоинству равноценны спелому зерну.

Практическое значение имеет использование стеблей кукурузы, которая в сравнении с соломой зерновых колосовых культур отличается повышенным содержанием белка и лучшей переваримостью, может использоваться для силосования в смеси со свекловичной ботвой, зеленой массой пожнивной кукурузы и другими культурами.

Широкий ареал кукурузы в нашей стране свидетельствует о возможности возделывания ее на почвах разного плодородия. Однако лучшая для кукурузы почва – легко суглинистый чернозем. Неплохие урожаи дает она на каштановых почвах, суглинистых, подзолистых и песчаных почвах. Хуже растет на сырых местах и тяжелых глинистых почвах, не выносит сильно солонцеватых почв, склонных к заболачиванию, с плохой водо- и воздухопроницаемостью.

Важное значение для кукурузы имеет реакция почвенного раствора. На участках, имеющих рН ниже 5,0, без предварительного известкования она дает низкие урожаи. Известкование таких почв высокоэффективно. Лучшие предшественники для кукурузы – озимые зерновые и зернобобовые культуры, картофель, корнеплоды, пласт и оборот пласта многолетних трав.

В системе агротехнических мероприятий, обеспечивающих повышение урожая и его качества, а также улучшение плодородия почвы, большое значение имеет рациональное использование удобрений. Практика возделывания кукурузы показывает, что внесение удобрений обеспечивает высокую прибавку урожая зеленой массы в различных почвенно-климатических зонах страны.

Удобрения повышают устойчивость растений к низким температурам, ускоряют темп роста и созревания, увеличивают процент початков в урожае, повышают выход белка и крахмала с единицы площади.

Органические удобрения (навоз) под посевы кукурузы рекомендуется внести из расчета 30–40 т/га. При внесении 30 т/га навоза в почву поступает 150 кг азота, 75 кг фосфора, 180 кг калия, 60 г марганца, 10 г бора, 60 г меди, 12 г молибдена, 6 г кобальта, 1 т зольных веществ. Действие навоза продолжается в течение ряда лет. В первый год используется в среднем 25–60 % питательных веществ.

Примерные нормы внесения минеральных удобрений в разных зонах при выращивании кукурузы на силос установлены и рекомендованы зональными научно-исследовательскими учреждениями (табл. 155).

Таблица 155 – Примерные дозы основного удобрения в различных зонах, обеспечивающие получение высоких урожаев зеленой массы кукурузы

Зона	Доза			Урожайность, ц/га
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Нечерноземная	90–120	60–90	60–12	400–600
Лесостепная	90–120	60	60	300–400
Степная	30–60	30–60	30	200–300
Орошаемые районы	120–150	60–90	–	500–700

Эти нормы следует считать ориентировочными и применять их творчески, потому что почвенные, климатические условия зон очень разнообразны. Неодинаковы и условия увлажнения. Для расчета доз удобрений можно пользоваться таблицей 156.

При установлении дозы удобрений, рассчитанной по выносу элементов питания, их количество должно быть изменено в соответствии с обеспеченностью почвы. Средняя обеспеченность почвы одним из элементов питания позволяет понизить норму соответствующего удобрения на 1/3–1/4. высокая – наполовину; при очень высокой обеспеченности можно ограничиться местным внесением и подкормкой. Дозу азотных удобрений устанавливают по результатам полевых опытов с учетом сведений по нитрификационной способности данной почвы и предшественника.

Кукуруза хорошо отзывается на внесение борных, цинковых и марганцевых микроудобрений. Растения приобретают устойчивость неблагоприятным условиям среды, в них повышается содержание питательных веществ. Высокая эффективность микроудобрений достигается только на фоне азотных, фосфорных и калийных удобрений. Бором бедны дерново-подзолистые, дерново-глеевые, красноземные, перегнойно-карбонатные почвы, выщелоченные черноземы, сероземные, торфяно-болотные почвы. Действие борных удобрений особенно проявляется на известкованных почвах.

Таблица 156 – Примеры расчета потребности в удобрениях по выносу питательных веществ планируемым урожаем кукурузы на силос* и обеспеченности почвы отдельными элементами питания

Показатель	Элементы питания		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Примерный вынос питательных веществ на 1 т основной продукции, кг	5,2	1,0	2,8
Вынос питательных веществ запланированной прибавкой урожая, кг/га	86	16	46
Внесено навоза, т/га		10	
Содержание элементов питания в навозе, кг	60	25	60
Усвоение элементов питания в первый год, %	25	30	75
Использование элементов питания из навоза в первый год, кг	12,5	7,5	45,0
Предусматриваемое увеличение выноса элементов питания за счет минеральных удобрений, кг/га	72,0	8,5	1,0
Использование элементов питания из минеральных удобрений в первый год, %	65	20	70
Необходимая норма питательных веществ, кг/га	111,0	42,5	1,0
Содержание питательных веществ в туках, %	34	20	66
Рассчитанная по выносу питательных веществ доза туков, ц/га	3,3 аммиачная селитра	2,1 суперфосфат	0,5 хлористый калий
Обеспеченность почвы отдельными элементами питания	низкая	средняя	низкая
Возможное изменение дозы	–	снизить	–
Рекомендуемая доза туков в соответствии с показателями агрохимической карты, ц/га	3,3	1,5	0,5

*Планируемая урожайность в данном примере 300 ц/га, урожай культуры на неудобренных полях в среднем за 2-3 года составлял 135 ц/га, следовательно, необходимо обеспечить прибавку 165 ц с 1 га.

Марганцевые удобрения вносят на слабовыщелоченных черноземах, серых лесных, солонцеватых, каштановых и других почвах, содержащих менее 20 мг марганца в 1 кг почвы. Эффективность цинковых удобрений отмечена на дерново-подзолистых, дерново-карбонатных, каштановых почвах, бурых сероземных, а также песчаных почвах. При повышенном уровне азотного и фосфорного питания потребность растений в цинке возрастает.

Сорго. В Российской Федерации сорго получило распространение как кормовое растение, которое используют на силос, зеленую массу, зерно, сено, комбикорм, пасту, патоку. В засушливых районах страны при высокой агротехнике получают 400-600 ц/га зеленой массы. Основное направление в использовании сорго – силосное. Корма из него характеризуются высокой питательностью (табл. 157).

Таблица 157 – Химический состав и питательность различных видов кормов из сахарного сорго

Химический состав	Содержание, %		
	в зеленой массе	силосе	сене
Вода	70,0	70,0	15,5
Протеин	3,5	2,4	110,3
Белок	2,3	1,7	7,2
Жир	0,8	0,9	2,3
Клетчатка	8,2	8,6	23,5
Безазотистые экстрактивные вещества	45,3	14,8	36,7
Зола	2,2	6,3	9,7
Содержание в 100 кг корма: кормовых единиц	25,3	22,8	50,3
Переваримого протеина, кг	2,4	1,0	3,9

Содержание протеина у сорго выше, чем у кукурузы. Минеральные вещества преимущественно представлены солями калия, фосфора и магния. В нашей стране возделывают два вида сорго, имеющие хозяйственную ценность,— сорго обыкновенное (*Sorghum vulgare Pers.*) и суданскую траву (*Sorghum sudanense Stapf.*).

Наибольшее значение для силосования имеют виды однолетнего культурного сорго, которое по характеру использования в производстве делится на зерновое, сахарное, веничное и травянистое. На кормовые цели возделывают сорго сахарное, имеющее сочные стебли высотой 2,6-3 м и содержащее до 20% и более сахара в соке, и травянистое сорго, которое характеризуется сильной кустистостью, боковой ветвистостью, тонкими стеблями.

К почве сорго нетребовательно. Хорошо растет на легких песчаных и тяжелых глинистых по гранулометрическому составу почвах, лучшими являются черноземные и каштановые. непригодны переувлажненные почвы с близким стоянием грунтовых вод.

Сорго – одно из наиболее солевыносливых растений. При возделывании на зеленый корм и силос посевы сорго следует размещать на почвах, где концентрация солей 0,6–0,8%, при выращивании на семена – <0,6 %.

Сорго отличается высокой отзывчивостью на внесение удобрений, они способствуют повышению урожая силосной массы и улучшают качество продукции.

При выращивании сорго на силос в зависимости от целей его использования, возможности орошения, предшественника, плодородия участка под основную обработку почвы рекомендуется вносить 15–30 т/га навоза, N_{30–45}P_{45–60}K_{25–50}.

Подсолнечнику принадлежит одно из первых мест среди культур, возделываемых на силос. Для этой цели используют сорта с большой вегетативной массой. При правильной агротехнике они дают высокие урожаи зеленой массы – до 300–500 ц/га.

Подсолнечник хорошо силосуется в чистом виде и в смеси с другими растениями. Силос из него охотно поедают все сельскохозяйственные животные. Кормовые свойства подсолнечникового силоса довольно высокие. Он содержит легкопереваримые белки, углеводы, минеральные соли и витамины. При 75% влажности 1 ц силоса содержит 16,2 кормовой единицы и 0,7 кг переваримого протеина.

Подсолнечник можно выращивать на самых разнообразных почвах. Лучшие для него черноземы среднего гранулометрического состава, а также наносные почвы речных долин. Хорошие урожаи получают и на дерново-подзолистых, среднесуглинистых и супесчаных почвах, богатых перегноем, а также осушенных низинных торфяниках. Малопригодны для него тяжелые глинистые и легкие песчаные почвы. непригодны для возделывания подсолнечника кислые, заболоченные, с близким стоянием грунтовых вод, а также почвы с высоким содержанием извести. Нейтральная или слабощелочная реакция почвенного раствора является лучшей для подсолнечника. При pH ниже 5 необходимо известкование почвы.

Подсолнечник на силос размещают преимущественно в кормовых прифермских севооборотах, а также в пропашном поле полевого севооборота. Лучшие предшественники для него озимые зерновые, зернобобовые, злаково-бобовые смеси, убираемые на зеленый корм, картофель и кукуруза. Высокие урожаи силосной массы подсолнечника получают только при внесении в почву органических и минеральных удобрений. Основное органическое удобрение под подсолнечник – перепревший навоз. Можно использовать также торф, использованный в качестве подстилки для скота или компостированный вместе с навозом, навозной жижей и фосфоритной мукой, и другие компосты. Из минеральных удобрений наибольшее значение имеют азотные, фосфорные и калийные. Ориентировочные нормы удобрений: органических – 20-40 т/га, минеральных $N_{30-60}P_{60-90}K_{30-60}$.

Рапс хорошо силосуется, имеет высокую питательную ценность. По содержанию протеина, жира и золы он значительно превосходит такие силосные культуры, как кукуруза и подсолнечник. В нем в 1,5–2,0 раза меньше клетчатки, а по содержанию безазотистых экстрактивных веществ он не уступает кукурузе и подсолнечнику. Рапс богат минеральными веществами. В 1 кг зеленой массы содержится 2,58 г кальция, 0,75 – фосфора, 0,28 – магния, 0,96 – серы, 0,23 – натрия, 4,46 – калия и 0,75 – хлора (табл. 158).

Рапс размещают в кормовых или прифермских севооборотах. Выращивать его лучше в пониженных местах, а также на хорошо дренированных пойменных землях. Лучшие предшественники при посеве осенью – чистый или занятый рано убираемыми культурами пар: клеверный, эспарцетовый, вико-овсяный, люпиновый, а при посеве весной – оборот пласта многолетних трав, зернобобовые, озимые и пропашные культуры, за исключением крестоцветных.

Рапс озимый очень отзывчив на удобрения. Лучшие результаты получают от совместного внесения навоза и минеральных удобрений под вспашку. Ориентировочные нормы удобрений: органические (навоз) – 30-40 т/га, минеральные $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$.

Таблица 158 – Химический состав рапса озимого и других силосных культур

Культура	Содержание, % сухой массы				
	сырого протеина	жира	клетчатки	безазотистых экстрактивных веществ	зола
Рапс озимый	18,4	4,0	12,7	65,1	6,0
Подсолнечник	11,3	2,9	18,6	65,2	5,0
Кукуруза	10,2	3,4	24,3	54,9	3,9
Капуста кормовая	16,7	3,5	15,4	54,3	6,7
Вика-овес	13,8	2,6	26,7	48,4	4,4

Рожь можно возделывать на корм в самых различных почвенно-климатических условиях Российской Федерации. Она дает высокие урожаи, зеленой массы на черноземах каштановых и дерново-подзолистых почвах – 200-250 ц/га. И, что особенно важно, рожь дает ранний зеленый корм весной, когда рационы животных бедны витаминами. Из зеленой массы ржи готовят самый ранний силос. Его можно использовать для подкормки скота во вторую половину лета, когда пастбища выгорают и хозяйства испытывают недостаток кормов. Рожь хорошо удается при выращивании ее в смеси с бобовыми культурами. В этом случае получают корм, более богатый питательными веществами, чем от чистых посевов. Для кормовых целей наибольшее значение, имеет зеленая масса ржи. Ее используют на корм животным в свежем или силосованном виде. По кормовым достоинствам она приравнивается к зеленой массе однолетних и многолетних злаковых трав. В сухом веществе ржи, убранной в период выхода растений в трубку, содержится 11,56 % протеина, 4,21 – жира, 28,56 – клетчатки, 6,41 % зола и 40-70 мг/кг каротина. В 1 ц силоса из такой зеленой массы содержится 16,5-17,5 кормовой единицы.

Озимую рожь высевают по занятым парам и непаровым предшественникам. Хорошо удается она и после раннего картофеля. В северных районах ее часто выращивают в качестве парозанимающей культуры. В полевых севооборотах лучшим предшественником озимой ржи является ячмень, так как его убирают значительно раньше других зерновых. В кормовых севооборотах рожь высевают после однолетних кормовых культур, а после кукурузы – только при уборке ее на зеленый корм или силос.

При внесении удобрений и известковании рожь резко повышает урожай и его качество. Благодаря мощной корневой системе она довольно хорошо усваивает питательные вещества, особенно фосфорные, даже из труднорастворимых соединений. Поэтому под нее можно вносить, все виды удобрений, в том числе и фосфоритную муку.

При выращивании ржи на силос или зеленый корм особое значение приобретают азотные удобрения. Они способствуют развитию большой вегетативной массы, повышают содержание протеина в растениях и удлиняют сроки использования ржи.

Ориентировочные нормы удобрений при выращивании ржи на силос: органических (навоз) – 20-30 т/га, минеральных – $N_{60-90}P_{40-60}K_{40-60}$.

3.10.5. Бахчевые кормовые культуры

Бахчевые культуры – арбуз, дыню и тыкву – возделывают для получения сочных плодов, отличающихся высокими кормовыми достоинствами. На корм скоту обычно идут свежие плоды кормовых сортов тыквы и арбуза. Они являются ценным молокогонным кормом. В 100 кг кормовой тыквы содержится 10 корм. ед. и 170 г сырого белка; в 100 кг кормового арбуза – 9 корм. ед. и 70 г сырого белка.

Арбуз кормовой

Арбуз кормовой (*Citrullus colocynthoides* Pand. sin; *C. vulgaris* Schrad.) – однолетнее растение семейства тыквенных *Cucurbitaceae* L.

Распространение. Основные районы возделывания арбуза кормового в Российской Федерации: Северный Кавказ, Волгоградская, Саратовская, Куйбышевская и Оренбургская области.

Требования к почве. Арбуз требователен к плодородию почвы и чистоте полей. Хорошо удаётся на целинных и залежных землях. Лучшие почвы – темно цветные супеси и супесчаные черноземы.

Место в севообороте. В полевых севооборотах для арбуза кормового хорошими предшественниками являются озимые зерновые, кукуруза, однолетние травы.

Удобрение. Арбуз кормовой отзывчив на органические и минеральные удобрения. Навоз вносят в норме 30–40 т/га минеральные удобрения из расчета $N_{30-45}P_{30-45}K_{30-45}$. Навоз и фосфорно-калийные удобрения вносят под основную, а азотные – под предпосевную обработку почвы.

Кабачки

Кабачки – *Cucurbita Pepo* L. – представляет собой кустовую форму столовой тыквы с цилиндрическими плодами.

Распространение. Кабачки, как менее теплолюбивые и более скороспелые, чем тыква, распространены более широко. Их возделывают не только в степных и лесостепных районах Российской Федерации, но и в южных районах нечерноземной зоны.

Требования к почве. Кабачки хорошо произрастают на суглинистых черноземах, серых лесных почвах в условиях достаточного увлажнения. Их можно возделывать на окультуренных дерново-подзолистых почвах, имеющих углубленный пахотный горизонт.

Место в севообороте. В севообороте кабачки размещают по пласту многолетних трав, после озимых и пропашных культур.

Удобрение. Навоз вносят из расчета 30-40 т/га, минеральные удобрения – $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$.

Тыква кормовая

Тыква кормовая крупноплодная (*Cucurbita maxima* Duch.) – однолетнее растение семейства тыквенных. Прекрасный корм для скота; ботва не имеет особой ценности, в чистом виде она не силосуется, но в смеси с другой растительной массой может быть использована для си-

лосования. На корм скоту обычно идут свежие плоды. Они считаются ценным молокогонным кормом.

Распространение. Тыкву, как менее требовательную к теплу, чем арбуз, возделывают, кроме степных районов, и в лесостепных районах европейской части Российской Федерации и Сибири.

Требования к почве. Наиболее высокие урожаи тыквы кормовой получают на черноземных почвах, но для нее пригодны и другие легкосуглинистые и супесчаные плодородные почвы.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками для кормовой тыквы являются многолетние травы, оборот пласта, пропашные культуры, озимые зерновые культуры. Тыквы кормовая – хороший предшественник под яровые зерновые культуры.

Удобрение. Кормовая тыква отзывчива на удобрения. Особенно эффективно внесение навоза в норме 40-60 т/га и минеральных удобрений из расчета $N_{40-60}P_{40-60}K_{40-60}$.

3.10.6. Кормовые корнеплоды, клубнеплоды и листоплоды

Кормовая свекла, брюква, турнепс, морковь дают сочный легкоперевариваемый и обладающий хорошими вкусовыми качествами корм. Корнеплоды считаются молокогонным кормом для коров. В структуре сочных кормов они занимают около 17 %. В хозяйствах с высокой молочной продуктивностью коров для корнеплодов в сочных кормах достигает 40–50 %. По химическому составу эта группа культур относится к углеводистым кормам. По зоотехническим нормам на 100 г сырого белка должно приходиться 120–150 г углеводов. Зола их содержит в среднем 3,4 % калия, 1,1 % фосфора, 0,7 % кальция и 0,35 % магния. Она включает такие микроэлементы, как кобальт, медь, цинк, марганец. Содержание белка в корнеплодах невелико – 2,0–2,5 %, однако в нем сравнительно много незаменимых аминокислот – лизина, метионина, аргинина. В 1 кг сырой массы корнеплода брюквы содержится 310–470 мг каротина, моркови – 104–260 мг; в 1 кг зеленой массы листьев брюквы и турнепса содержится 1200–1300 мг витамина С, моркови – 700, свеклы – 500 мг.

Брюква

Распространение. Брюква (*Brassica napus rapifera L.*) – двулетнее растение семейства крестоцветных. В год посева развивается розетка листьев и корнеплод; на 2-й год – цветоносный стебель. Культивируют брюкву кормовую и столовую. В 100 кг корнеплодов содержится 13 к.ед., 0,9 кг переваримого протеина, 60 г кальция, 50 г фосфора, 40 г натрия; в 100 кг ботвы – 12,5 к.ед., 2,0 кг перевариваемого протеина, 240 г кальция, 30 г фосфора, 60 г натрия и 3500 мг каротина.

Аскорбиновая кислота брюквы отличается повышенной устойчивостью при хранении. В нашей стране кормовая брюква занимает сравнительно небольшие посевные площади. Посевы ее сосредоточены в северных и северо-западных областях Нечерноземной полосы и районах Сибири.

Требования к почве. Брюква предпочитает суглинистые почвы с хорошей водоудерживающей способностью, может с успехом возделываться на тяжелых почвах, но плохо удается на песчаных. Лучшие почвы – плодородные, пойменные и хорошо окультуренные дерново-подзолистые. Пригодны также осушенные торфяники. Для брюквы предпочтительна слабокислая реакция почвенного раствора ($pH_{\text{сол}} 6,0-6,5$), но они удовлетворительно выдерживают и повышенную кислотность ($pH_{\text{сол}} < 4,3$). При более высокой кислотности у брюквы начинаются усиленное ветвление корней и израстание головок корнеплода. Щелочные почвы переносит плохо. На кислых подзолистых почвах положительное действие на урожай оказывает известь.

Место в севообороте. Лучшие предшественники для брюквы – озимые, однолетние злаково-бобовые, кукуруза и многолетние бобовые травы одногодичного использования. При выращивании брюквы в овощных севооборотах следует избегать размещения ее после культур из семейства крестоцветных. Малопригодны также участки, зараженные проволочником и слишком удаленные от животноводческих ферм.

Удобрение. На каждые 10 т корнеплодов брюква выносит из почвы 40 кг азота, 25 – P_2O_5 , 75 – K_2O и 25 кг CaO . Под эту культуру вносят перепревший навоз, компост, торф, навозную жижу и минеральные удобрения.

Из всех питательных веществ брюква наиболее требовательна к калию. Потребность в нем соответствует примерно потребности картофеля.

Очень высокие дозы азота или слишком поздние сроки его внесения вызывают дуплистость корней, которая частично связана с сортовыми особенностями и снижает лежкость. Потребность в фосфорной кислоте составляет примерно одну треть потребности калии. При возделывании на торфяно-болотных почвах обязательно внесение микроэлементов – бора и меди.

Недостаток меди на вновь распаханых землях, в особенности степных почвах, вызывает у брюквы дуплистость корнеплодов. Внесением медных удобрений можно предотвратить или восстановить нарушенный обмен веществ. К недостатку бора брюква более чувствительна, чем свекла. Вызываемое им заболевание, которое наблюдается в ряде стран, проявляется в изменении цвета мякоти корня и стекловидности его, что значительно ухудшает качество урожая. Такие корни из-за плохой лежкости, а главное из-за неприятного вкуса нельзя использовать в качестве пищевого продукта.

В таблице 159 приведены примерные нормы удобрений под кормовую брюкву.

Навоз и 70-80 % общей нормы минеральных удобрений следует вносить под основную обработку почвы. При посеве для улучшения фосфорного питания растений на первых этапах роста вместе с семенами вносят в рядки P_{15-20} в виде гранулированного суперфосфата. При подкормке вносят по 20-30 кг д.в. азотных, фосфорных и калийных удобрений. Ее проводят сразу после прорывки или высадки рассады. Удобрения вносят на глубину 10-12 см в междурядьях во влажный слой почвы культиваторами-растениепитателями.

Таблица 159 – Нормы удобрений под кормовую брюкву

Культура и планируемая урожайность (в ц/га)	Норма навоза, т/га	Азотные удобрения при окультуренности (бонитете) почвы			Фосфорные удобрения при содержании P_2O_5 , мг/100 г почвы						Калийные удобрения при содержании K_2O , мг/100 г почвы				
		хорошей (60)	средней (40-60)	слабой (20-40)	>25	15,1-25	10,1-15	5,1-10	<5	>25	17,1-25	8,1-17	4,1-8	<4	
400-500	30-40	60	90	110	60	90	100	130	160	80	100	120	140	170	
500-600	50-60	70	100	*	70	100	120	140	170	90	110	130	150	180	

При всех условиях выращивания брюква очень хорошо отзывается на известкование. При нейтральной и слабо щелочной реакции почвы она слабее поражается килой.

Морковь кормовая

Распространение. Кормовая морковь распространена в лесостепной и степной зонах Российской Федерации.

Требования к почве. Морковь предпочитает супесчаные и суглинистые черноземы с глубоким пахотным слоем. Хорошо удается на песчаных почвах при обеспечении их влагой и питательным веществом, на пойменных и окультуренных торфяниках. Плохо переносит тяжелые, глинистые, быстро заплывающие почвы. Оптимальная кислотность почвы рН 5,5–7,0.

Место в севообороте. В кормовых и овощных севооборотах кормовую морковь следует размещать после пропашных культур и овощей, которые оставляют после себя меньше сорняков. В полевых севооборотах лучшие предшественники – озимые, зерновые бобовые и картофель.

Удобрение. Для формирования 1 т корнеплодов и соответствующего количества листьев кормовая морковь расходует 3,0 – 3,5 кг азота, 1,0 – 1,5 – фосфора, 5 – 10 – калия и 1,5 – 1,8 кг кальция.

При недостатке азота листья хилые, тонкие, палево-зеленого цвета, переходящего в желтый и красный оттенки; при недостатке фосфора ботва развита слабо, листья вялые с пурпурным оттенком, при недостатке кальция листья с беловатыми пятнами, подсыхают и опадают.

Морковь хорошо использует последствие навоза, а непосредственно под нее следует вносить хорошо разложившийся навоз в норме 20–30 т/га. На пойменных землях под кормовую морковь вносят: N – 35–40 кг/га, P₂O₅ – 40–80, K₂O – 100–125 кг/га. Фосфорно-калийные удобрения вносят под зяблевую вспашку, а азотные – под предпосевную культивацию (табл. 160).

Таблица 160 – Примерные нормы удобрений под кормовую морковь

Планируемая урожайность, ц/га	Норма навоза, т/га	Азотные удобрения при окультуренности (бонитете) почвы			Фосфорные удобрения при содержании P ₂ O ₅ (в мг/100 г почвы)					Калийные удобрения при содержании K ₂ O (в мг/100 г почвы)				
		80	100	*	40	60	80	100	120	70	90	110	140	160
250–300	20–30	80	100	*	40	60	80	100	120	70	90	110	140	160

* Высокая урожайность не планируется до окультурения почвы.

Свекла кормовая

Распространение. Кормовая свекла (*Beta vulgaris L. v. crassa*) – сочный, легкоперевариваемый и обладающий хорошими кормовыми достоинствами корм. Питательная ценность ее определяется содержанием необходимых животному организму веществ: углеводов, безазотистых экстрактивных веществ, минеральных солей и витаминов. В

1 кг кормовой свеклы содержится 0,12 кормовых единиц, в сортах полусахарного типа – 0,15 кормовых единиц.

В Российской Федерации кормовую свеклу возделывают на обширной территории: от Вологодской области до Северокавказских республик и от западных границ до Дальнего Востока.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Наиболее пригодны для возделывания кормовой свеклы рыхлые, структурные, среднесвязные, а также суглинистые и супесчаные почвы. Кормовая свекла относится к группе растений, наиболее чувствительных к кислотности, поэтому для нее необходима нейтральная или слабо щелочная реакция почвы с рН 6,2-7,5. Повышенная кислотность угнетает рост свеклы и резко снижает урожай. Лучшие для нее почвы – Западно-Предкавказские карбонатные черноземы, отличающиеся хорошей скважностью, водо- и воздухопроницаемостью. Благоприятны каштановые почвы – а также слабовыщелоченные и выщелоченные черноземы. Сильновыщелоченные и слитые черноземы, а также подзолистые и серые лесные почвы менее пригодны для выращивания кормовой свеклы.

На формирование 10 т корнеплодов и соответствующего количества листьев кормовая свекла потребляет 25 кг азота, 10 – P_2O_5 , 75 – K_2O , 10 – MgO и 10 кг CaO . Отношение N:P:K в урожае составляет 1:0,4:3. Из приведенного соотношения элементов питания видно, что кормовая свекла – калиелюбивая культура.

Кормовая свекла имеет растянутый период поглощения питательных веществ. Поступление азота в растение свеклы начинается с первых дней роста и продолжается до конца вегетации. Наибольшую потребность в этом элементе кормовая свекла испытывает в первую половину вегетации и особенно в период максимального роста корня и листьев. Недостаток азота угнетает рост свеклы, листья утрачивают темно-зеленую окраску, бледнеют, не увеличиваются в размерах, рост корня замедляется. Избыток азота также нежелателен. Высокие дозы азота усиливают рост ботвы непропорционально росту корня, что может привести к большим потерям воды на испарение и к снижению урожая. Кроме того, снижается сопротивляемость растений заболеваниям и низким температурам, удлиняется вегетационный период.

Фосфор равномерно поступает в течение вегетационного периода. Недостаток его тормозит рост листьев и корнеплода, подавляет синтез белка, снижает интенсивность передвижения углеводов по тканям и органам растения. Все это отрицательно сказывается на величине и качестве урожая. При недостатке фосфора на листьях появляется антоциановое окрашивание, переходящее затем в темно-бурое. Недостаток этого элемента задерживает формирование и созревание семян. Неблагоприятное влияние на рост и развитие растений кормовой свеклы оказывает и избыток фосфора – приводит к преждевременному отмиранию листьев на растении, сокращению периода вегетации, нарушает процессы обмена веществ в растении, что непременно ведет к снижению величины урожая и его качества.

Калий поступает в растение кормовой свеклы на протяжении всей его вегетации, но больше во вторую половину роста. Недостаток этого элемента приводит к увяданию растений, к усилению поражения их церкоспорозом и другими болезнями, снижает их устойчивость к засухе. При недостатке калия ускоряется старение и отмирание листьев, плохо развивается корнеплод, снижается урожай и содержание сухих веществ и сахара. Созревание семян затягивается. На недостаток калия указывает антоциановое окрашивание листьев, а в дальнейшем отмирание их без пожелтения, начиная с верхушки. Снижается продуктивность свеклы и избыток калия. При этом у растений понижается устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды.

Место в севообороте. Обычно кормовую свеклу выращивают в кормовых, прифермерских, овощных и полевых севооборотах. При размещении ее посевов следует приближать их к животноводческим фермам, чтобы уменьшить затраты на перевозку корнеплодов. Наиболее целесообразно выращивать кормовую свеклу в прифермерских севооборотах, так как здесь имеются большие возможности для внесения в почву органических удобрений, а расходы на транспортирование урожая минимальны. В кормовых севооборотах хорошим местом для кормовой свеклы будут поля после бахчевых культур, злаково-бобовых смесей на корм, кукурузы на силос.

При выращивании кормовой свеклы в полевых севооборотах лучшими предшественниками являются озимые зерновые, однолетние травы и ранний картофель.

Недопустимо размещать кормовую свеклу по таким предшественникам, как многолетние травы, подсолнечник, суданская трава, сахарная или кормовая свекла. Эти культуры иссушают почву на большую глубину, до 2,5-3 метров. Поэтому возделывать кормовую свеклу после них можно не раньше чем через 3-4 года.

Удобрение. Эффективность удобрений на посевах корневой свеклы в значительной степени зависит от срока и способа их внесения. Навоз, фосфорные и калийные удобрения вносят в основном под вспашку, и только на легких почвах фосфор и калий необходимо вносить под предпосевную обработку почвы. Азотные удобрения чаще всего вносят под предпосевную обработку почвы. Основное и предпосевное удобрение (до – 70 % нормы) глубоко заделываются в почву, охватываются большей массой корней и используются растением в течение всей вегетации.

В начале роста растений кормовой свеклы, когда корневая система слабо развита, а процессы нитрификации в почве проходят медленно, эффективно внесение небольших доз минеральных удобрений при посеве. Рядковое удобрение вносят одновременно с посевом. В Нечерноземной зоне его вносят в норах $N_{20}P_{20}K_{20}$. Лучше всего для рядкового внесения использовать сложные удобрения в норах: нитрофоски 0,15 т/га, нитроаммофоски 0,1 т/га. На полях Центрально-Черноземной зоны доза внесения рядкового удобрения для кормовой свеклы $N_{10}P_{20}K_{10}$. В условиях Северного Кавказа при посеве вносят в рядки гранулированный суперфосфат из расчета P_{10-15} .

На посевах кормовых корнеплодов эффективны подкормки. Первую – проводят при образовании первой пары настоящих листьев азотом и фосфором из расчета по 15-20 кг или навозной жижей 1,5-2 т/га, птичьим пометом 3-4 ц/га. Во вторую подкормку – перед смыканием ботвы вносят фосфорно-калийное удобрение по 20-30 кг/га.

Нормы внесения удобрений под кормовую свеклу примерно те же, что и для сахарной свеклы. Однако надо учитывать, что кормовая свекла больше всего нуждается в азотных и калийных удобрениях.

Норму азота, фосфора и калия рассчитывают по нормативам затрат удобрений или по балансу питательных элементов. При выращивании кормовой свеклы на выщелоченных черноземах, серых лесных и дерново-подзолистой почвах норму удобрений вычисляют и по критерию баланса:

$$D = BK - CP,$$

где D – доза N, P₂O₅, K₂O, кг/га;

B – вынос азота, фосфора и калия с планируемым урожаем, кг/га;

K – критерий баланса, или коэффициент возврата;

C – количество питательного вещества (N, P₂O₅ или K₂O), которое вносится под свеклу с навозом или компостом, кг/га;

P – коэффициент распределения действия питательного вещества навоза по годам.

Критерий баланса при расчете норм азота при выращивании кормовой свеклы на выщелоченном черноземе, серой лесной и дерново-подзолистой почвах составляет соответственно 1,0–1,1; 1,1-1,2 и 1,2-1,3. При расчете норм фосфора критерий баланса зависит от количества подвижного P₂O₅ в почве. При низком, среднем, повышенном и высоком содержании в почве подвижного фосфора критерии баланса для получения урожая более 60 т/га составляет соответственно 3; 2; 1,5 и 1. При очень высоком содержании в почве подвижного фосфора вносят только органические удобрения и небольшие дозы P₂O₅ в рядки (около 10 кг/га). Критерии баланса по K₂O зависят от количества подвижного калия в почве и ее гранулометрического состава (табл. 161).

При выращивании кормовой свеклы на других почвах норм питательных веществ устанавливают на основе данных полевых опытов, проведенных в аналогичных почвенно-климатических условиях. В таблице 162 приведены примерные нормы удобрений под кормовую свеклу.

Таблица 161 – Критерии баланса при расчете норм калия

Гранулометрический состав почвы	Содержание подвижного калия в почве				
	низкое*	среднее	повышенное	высокое	очень высокое
Легкий	–	0,9	0,7	0,4	–
Средний и тяжелый	–	1,0	0,8	0,5	–

* При низком содержании в почве подвижного калия кормовую свеклу выращивать не рекомендуется.

Таблица 162 – Примерные нормы удобрений под кормовую свеклу

Урожай- жай- ность, ц/га	Норма навоза, т/га	Азотные удобрения при окультуренно- сти (бонитете) поч- вы			Фосфорные удобрения при содержании P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы					Калийные удобрения при содержании K ₂ O, мг/100 г почвы				
		хорошей (60)	средней (40-60)	слабой (20-40)	>25	15,1-25	10,1-15	5,1-10	<5	>25	17,1-25	8,1-17	4,1-8	<4
400-500	50-60	70	110	*	60	70	80	100	120	90	100	110	120	140

* Высокая урожайность не планируется до окультуривания почвы.

Под кормовую свеклу лучше применять натриевую селитру, мочевины, калийную соль.

При известковании кислых почв под свеклу норма внесения извести колеблется от 2 до 7 т на 1 га, при рН от 5,5 до 6,0 ее следует вносить в количестве 2-3 т, а при рН от 4,5 до 5,0 норму извести необходимо увеличить до 5-7 т/га.

При внесении извести и на нейтральных почвах свекла нуждается в боре, внесение которого предотвращает заболевание корнеплода сердцевинной гнилью. Бор вносят в норме 1-1,5 кг/га.

Турнепс

Распространение. Турнепс (*Brassica rapa rapifera* L.) – двулетнее культурное растение семейства крестоцветных, с мясистым утолщенным корнем, используемым на кормовые цели. На корм используют не только корни, но и ботву (листья). Корнеплоды турнепса охотно поедают животные всех видов, ботва используется в основном на силос. Посевы турнепса стравливают и на корню, подножно, сначала крупному рогатому скоту, который поедает листья и надземную часть корней, затем свиньям, выкапывающим остатки корнеплодов. В 100 кг корнеплодов содержится 9,0 к.ед. и 0,7 кг перевариваемого белка, в 100 кг ботвы – 10,0 к.ед. и 1,4 кг перевариваемого белка. В 100 кг силоса из ботвы содержится 14,8 к.ед. и 0,5 кг перевариваемого белка. Химический состав корнеплодов (в %): вода – 90,6, протеин – 1,0, жир – 0,1, клетчатка – 0,9 и БЭВ – 6,7. В 1 кг корней – 0,3 г кальция, 0,4 г фосфора, 0,7 г натрия и 0,3 мг витамина В₂, в 1 кг силоса – 5,3 г кальция и 0,1 г фосфора.

Турнепс в Российской Федерации возделывают в Северо-Западных областях, на Урале, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и в горной зоне Кавказа. Турнепс высевают также в лесостепных и степных районах, но в меньшей степени и в качестве поукосной или пожнивной культуры. Короткий вегетационный период делает возможной культуру турнепса на севере до 70° с.ш.

Требования к почве. Турнепс хорошо удается на суглинистых и супесчаных почвах. Лучшие почвы – плодородные пойменные и хорошо окультуренные дреново-подзолистые и черноземы. Пригодны

также осушенные торфяники. Предпочтительна слабокислая реакция почвенного раствора (рН 6-6,5), но турнепс можно возделывать также на почвах с рН до 4,3. Не переносит щелочные и известковые почвы.

Место в севообороте. Размещают турнепс в прифермерских кормовых и кормоовощных севооборотах, на пойменных землях – в лугопастбищном севообороте после оборота пласта и однолетних мешанок на зеленый корм и сено. Выращивают также в полевых севооборотах. Лучшие предшественники для турнепса – озимые, злаково-бобовые смеси, убранные на сено и зеленый корм. Он может давать высокие урожаи в повторных посевах.

Удобрение. На формирование 1 т корнеплодов и соответствующего количества листьев турнепс выносит из почвы: азота 2,5 кг, фосфора – 1 и калия 4 кг. Под эту культуру вносят перепревший навоз, компосты, торф и навозную жижу. На болотных и торфяных почвах хорошие результаты дают медные и борные удобрения. В таблице 163 приведены примерные нормы удобрений под турнепс.

Таблица 163 – Примерные нормы удобрений под турнепс для черноземных и лугово-черноземных почв

Планируемая урожайность, в ц/га	Норма навоза (в т/га)	Азотные удобрения при окультуренности (бонитете) почвы			Фосфорные удобрения при содержании P ₂ O ₅ (в мг/100 г почвы)					Калийные удобрения при содержании K ₂ O (в мг/100 г почвы)				
		хорошей (60)	средней (40-60)	слабой (20-40)	>25	15,1-25	10,1-15	5,1-10	<5	>25	17,1-25	8,1-17	4,1-8	<4
500-600	50-60	60	80	100	40	60	80	100	120	80	100	120	140	170

Капуста кормовая

Кормовая капуста (*Brassica subspontanea* Litzg.) – двулетнее перекрестноопыляемое растение из семейства крестоцветные (*Cruciferae*). Выращивается для использования на зеленый корм и силос. Кормовая капуста может давать урожай 500–800 ц зеленой массы с 1 га с содержанием 12–14 % сухих веществ. В 1 кг зеленой массы содержится 0,16 кормовой единицы и она более полноценна, чем у кукурузы и свеклы, поскольку сбалансирована по переваримому протеину. В зеленой массе содержится около 60–100 мг % витамина С, а также каротин, витамины группы В, минеральные соли.

Распространение. Кормовая капуста – сравнительно новая культура. Выращивать ее на корм начали значительно позднее большинства известных кормовых растений. Однако благодаря содержанию в ней большого количества витаминов, минеральных солей, кислот, протеина и других питательных веществ она в короткий срок получила широкое распространение. В нашей стране кормовую капусту на корм выращивают с 1930–1932 гг., в основном в лесолуговой зоне.

Требования к почве. Для нормального роста и развития кормовая капуста требует плодородных почв с нейтральной или близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора. Кислые почвы ($pH_{\text{сол}}$ ниже 5,0) непригодны из-за возможности заболевания растений килой.

Почти все типы почв, за исключением легких песчаных и кислых, пригодны для выращивания. Лучшими являются супесчаные и суглинистые по гранулометрическому составу суглинистые почвы. Очень хорошо растет капуста на пойменных землях. Из торфянистых почв могут быть использованы только низинные торфяники.

На бедных песчаных, тяжелых суглинистых и недостаточно окультуренных болотных почвах капуста кормовая растет несколько хуже, однако при высокой агротехнике и на таких почвах получают хорошие урожаи.

Место в севообороте. Хорошими предшественниками кормовой капусты являются зерновые, зернобобовые, картофель, овощные (некрестоцветные), многолетние травы. При поукосных или пожнивных посевах предшественниками ее могут быть однолетние культуры, убранные на зеленый корм или силос, зеленные и другие овощные культуры, после уборки, которых для выращивания капусты остается не менее 85–90 дней. Чтобы избежать больших затрат на транспорт, посевы ее лучше размещать по возможности ближе к местам скармливания или силосования.

Удобрение. На 1 ц зеленой массы кормовая свекла потребляет азота 285 г, фосфора 100 г, калия 460 г, кальция 285 г.

Все виды минеральных и органических удобрений повышают урожай зеленой массы капусты. Из органических удобрений под ее посевы можно использовать навоз, компосты, навозную жижу и птичий помет. Особенно эффективно внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Более сильная отзывчивость капусты на внесение минеральных удобрений, чем навоза, объясняется биологическими особенностями этой культуры. Значительную часть питательных веществ, необходимых для полного развития, капуста потребляет в первый год вегетации, навоз же разлагается медленно и даже при высоких нормах не обеспечивает ее легкорастворимыми питательными веществами.

Большие прибавки урожая дает фосфорное удобрение, несколько ниже – калийное. Наибольший эффект получен при внесении полного минерального удобрения.

Система удобрения кормовой капусты включает основное, припосевное и подкормки. Навоз и основное удобрения вносят под зяблевую вспашку из расчета 30–40 т/га навоза и $N_{30-60}P_{60-90}K_{30-60}$. В качестве припосевное удобрения рекомендуют P_{10-15} в виде гранулированного суперфосфата. Подкармливают аммонийной селитрой в дозе N_{15-25} после прореживания растений.

3.10.7. Удобрения сенокосов и пастбищ

Одним из решающих условий повышения урожая трав на сенокосах и пастбищах, а также сохранения их долголетней продуктивности являются удобрения. Эффективность их применения зависит от почвенно-климатических условий, биологических особенностей растений, состава и способа использования травостоя.

Потребность луговых трав в элементах питания. Отличительной особенностью луговых трав являются повышенные требования к элементам питания. Это объясняется продолжительным вегетационным периодом и многократным использованием травостоя (сенокосение и стравливание) на ранних фазах развития, когда растения интенсивно потребляют элементы питания.

В травостой сенокосов при своевременной уборке на сено содержит 1,5–2,0 % азота, 1,5–3,0 – калия и 0,5–0,6 % фосфора. С 1 т сена отчуждается до 20 кг азота, 5–6 – фосфора и 20–25 кг калия. Трава пастбищ отличается более высоким содержанием элементов питания по сравнению с травой сенокосного использования. На пастбищных травостоях с 1 т зеленой массы отчуждается (стравливание) 5–6 кг азота, 0,5–0,7 – фосфора и 4–6 кг калия (Мееровский А.С., Бирюкович А.Л., 2009). Поэтому пастбища нуждаются в большем количестве удобрений, чем сенокосы. Химический состав сена в большей степени зависит от ботанического состава луговых травостоев и степени удобренности угодий. Так, группа злаковых растений больше потребляет азот и калий, разнотравье – калий и азот (табл. 164; Шкель М.П. и др., 1989).

Кроме макроэлементов в луговых травах на 1 кг сухого вещества содержатся мезоэлементы 0,7–0,8% кальция, 0,2–0,3 – магния, 0,2–0,3 – серы, 0,06–0,2 – натрия, 0,08–0,1 – железа, 0,1–0,15 % алюминия, а также микроэлементы: меди 3–5 мг/кг, 40–60 – марганца, 3–5 молибден, 1,0— 1,5 кобальта, 15–20 – цинка, 10–15 мг/кг бора в злаковых и 20–30 мг в бобовых (Шкель М. П. и др., 1989).

Таблица 164 – Содержание азота, фосфора и калия в сене и вынос их с урожаем

Состояние лугового угодья	Содержание, %			Вынос с 1 т сена, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Неудобренный луг:						
злаково-разнотравный	1,6	0,37	1,4	16	3,7	14
бобово разнотравно-злаковый	2,1	0,52	2,1	21	5,2	21
Среднеудобренный луг:						
разнотравно-злаковый	2,5	0,46	2,0	25	4,6	20
бобово-разнотравно-злаковый	2,8	0,57	2,3	28	5,7	23
Интенсивно удобренный злаковый луг	3,6	0,60	2,8	36	6,0	28

Вынос элементов питания отдельными видами трав значительно варьирует. Поэтому состав травостоя во многом диктует требования к нормам удобрения, а режим использования – к срокам их внесения.

Использование растениями питательных веществ из удобрений. Потребление питательных веществ растениями из удобрений на сенокосах и пастбищах определяется многими факторами, и в первую очередь правильно установленной нормой, соотношением между элементами питания и их содержанием в почве, составом травостоя, способом использования (на пастбищах выше, чем на сенокосах), числом укосов и циклом стравливания, но особенно зависит от условий увлажнения. На естественных и сеянных лугах коэффициент использования растениями из удобрений азота составляет 60–65%, фосфора – 15–20%, калия – 55–60%. При орошении коэффициенты использования азота из вносимых минеральных удобрений на лугах повышаются до 80 % фосфора – 30, калия – 70 %. Этими ориентировочными величинами можно пользоваться при планировании урожая трав на лугах.

Удобрение. Почти все луговые почвы природных угодий бедны усвояемыми растениям формами азота независимо от количества, содержащегося в них гумуса. Объясняется это низкой микробиологической активностью этих почв. Поэтому азотные удобрения при достаточном увлажнении почв оказывают наибольшее влияние на урожай трав. Они имеют решающее значение в повышении урожайности трав почти на всех типах лугов. Исключение составляют сенокосы и пастбища на окультуренных торфяно-болотных почвах, а также луга с высоким содержанием в травостое бобовых растений. В среднем внесение 1 кг азота обеспечивает получение 10–12 корм. ед. при сенокосном и 20–24 корм. ед. при пастбищном использовании луга.

Азотные удобрения лимитируют в значительной степени продуктивность сенокосов и пастбищ и являются одним из основных звеньев в решении проблемы растительного белка. Резкий рост цен на минеральные удобрения наблюдающий во всем мире, побуждает к максимальному использованию биологического азота. Известно, что 1 т белка, созданного за счет биологического азота, обходится в 8–10 раз дешевле, чем промышленного минерального. Поэтому стратегия развития луговодства в стране ориентирует на всемерное расширение участия бобовых трав в травосмесях. Тем не менее, в обозримом будущем азотные удобрения будут оставаться основой системы питания луговых трав.

Нормы азотных удобрений, рекомендуемые для ежегодного внесения при уходе за сенокосами и пастбищами, устанавливаются с учетом ботанического состава травостоя, способа использования и увлажнения почвы (табл. 165; Ларетин Н. А. и др., 1987).

Применение азотных удобрений наиболее эффективно на культурных пастбищах со злаковыми травами полуверхового (ежа сборная, овсяница луговая и тростниковая) и верхового типа (костер безостый). При удовлетворительном естественном увлажнении рациональная норма азота на полуверховых и верховых злаках составляет $N_{180-240}$, а

Таблица 165 – Нормы минеральных удобрений для сенокосов и пастбищ, кг/га

Тип угодья	Травостой	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Низинные луга с органо-минеральными почвами	Природный злаково-разнотравный	120–180	30–45	60–90
	Сеяный злаковый	180–240	40–70	70–180
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	60–120
Осушенные низинные и переходные торфяники	Сеяный злаковый	135–180	45–60	90–120
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	100–150
Среднепойменные луга с деятельным аллювием	Природный злаково-разнотравный	120–180	30–45	60–90
	Сеяный злаковый	180	45–60	90–120
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	90–120
Слабопойменные луга без деятельного аллювия	Природный злаково-разнотравный	120–135	45–60	60–90
	Сеяный злаковый	180	45–60	90–120
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	90–120
Суходольные луга нормального увлажнения	Природный злаково-разнотравный	90–135	30–45	45–60
	Сеяный злаковый	120–135	45–60	60–90
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	90–120
Неорошаемые сенокосы				
Низинные луга с органо-минеральными почвами и осушенные торфяники	Природный злаково-разнотравный	60–90	30–45	40–60
	Сеяный злаковый	90–120	30–45	60–90
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	45–90
Заливные луга среднего и низкого уровня	Природный злаковый и злаково-разнотравный	90–120	0–30	30–45
	Сеяный злаковый	90–120	30–45	45–60
Слабопойменные луга без деятельного аллювия	Природный злаково-разнотравный	60–90	30–45	40–60
	Сеяный злаковый	90–120	30–60	60–90
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	60–90
Суходольные луга с нормальным увлажнением	Сеяный злаковый	90–120	30–60	60–90
	Сеяный злаковый	90–120	30–60	60–90
	Сеяный бобово-злаковый	–	45–60	60–90
Орошаемые сенокосы				
Везде, где возможно создание сеяных травостоев	Злаковый	240–300	60–90	150–240
	Бобово-злаковый	–	60–90	100–150
Орошаемые пастбища				
То же	Злаковый	240–300	60–90	90–180
	Бобово-злаковый	–	45–60	100–150

на низовых (райграс многолетний, мятлик луговой) – $N_{150-180}$. Продуктивность пастбищ при внесении $N_{150-180}$ и полном соблюдении всей технологии создания, ухода и использования в пересчёте на сухое вещество достигает 50–65 ц/га, при норме N_{240} – 60–70 ц/га. На орошаемых пастбищах с полувехровыми и верховыми злаками оптимальная норма азота N_{240} при четырех циклах стравливания и N_{300} – при пяти (продуктивность достигает 7–8 тыс. корм. ед.), на пастбищах с низовыми злаками – $N_{180-240}$, а сбор сухого вещества достигает соответственно 90–100 и 70–80 ц/га. Повышенные нормы азота вносят весной в период отрастания трав, под второй и третий укосы на сенокосах, весной и после каждого цикла стравливания – на пастбищах. Максимально допустимая доза азота для разового внесения – N_{60-70} пастбища и не более N_{90} – при сенокосном использовании луга.

Весной азотные удобрения целесообразно вносить во время активного отрастания растений при среднесуточной температуре воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$, что повышает коэффициент использования ими азота удобрений. При более раннем внесении (по снегу или по «черепку») и медленном повышении температуры значительная часть азота теряется в результате денитрификации смыва. Под урожай следующего укоса или стравливания азотные удобрения следует вносить следом после уборки трав.

Сезонную норму азотных удобрений (N_{180}) целесообразно вносить в один прием, что позволит уменьшить повреждение дернины. Двукратное их применение необходимо при высоких нормах удобрения (свыше N_{220}). Целесообразность применения азотных удобрений необходимо определять в зависимости от содержания в травостое бобовых. При их содержании более 40% азотные удобрения вносить не рекомендуется, так как за счет биологической фиксации за год с 1 га они способны накапливать азота 100–120 кг и обеспечивать получение 4,0–4,5 тыс. корм. ед.

На эффективность азотных удобрений в значительной степени влияет степень увлажнения почвы и ботанический состав травостоя. По мере улучшения влагообеспеченности луговых трав действие азотных удобрений возрастает. Их эффективность повышается по мере увеличения в фитоценозе злаковых растений. На лугах с содержанием бобовых растений больше 20 % эффективность азотных удобрений снижается.

Особую роль играет обеспечение луговых трав фосфором. При его недостатке, особенно в пастбищных травах, происходит накопление нитратов. Внесение фосфорного удобрения способствует лучшему кущению и развитию корневой системы трав, что в дальнейшем повышает устойчивость растений к экстремальным погодным явлениям. Применение фосфорных удобрений оптимизирует в кормах соотношение Ca:P и $\text{K:}(\text{Ca}+\text{Mg})$. Фосфорные удобрения способствуют синтезу и передвижению белковых веществ в клетках растений.

Эффективность фосфорных удобрений колеблется в широком интервале, поскольку луговые почвы имеют различные запасы фосфора. Здесь встречаются почвы с высоким содержанием доступного для растений фосфора, например низинные торфяники с включением виванита, а

также плодородные почвы центральных пойм крупных рек и некоторые суходольные луга с глинистыми почвами. Наряду с этим горные черноземовидные луговые почвы, торфяники переходного и особенно верхового типа, многие карбонатные почвы отличаются низким содержанием подвижных форм фосфора. В связи с этим самое высокое действие фосфорных удобрений наблюдается на торфяниках и низинных лугах с оторфованным поверхностным слоем почвы. В порядке убывающего эффекта от фосфорных удобрений луга можно расположить следующим образом: луга на переходных торфяниках, низинные, луга на торфяниках низинного типа, субальпийские, горно-степные, суходольные с карбонатными почвами, суходольные и долинные суходолы с дерново-подзолистыми почвами, луга на супесчаных почвах прирусловой части пойм.

Калийные удобрения усиливают фотосинтез, обмен веществ, содействуют накоплению запасных углеводов и белковых веществ, повышая зимостойкость растений. Наибольшее действие калийных удобрений наблюдается на лугах с торфяными почвами и на низинных лугах европейской части Российской Федерации. Однако на торфяниках Западной Сибири (Барабинская низменность), в той или иной мере солонцеватых, эффективность их резко снижается; на этих почвах особенно эффективны фосфорные удобрения. К группе среднего действия калийных удобрений следует отнести суходольные луга временно избыточного увлажнения, нормальные суходолы и близко стоящие к ним долинные суходолы, незаливаемые или слабо заливаемые луга по долинам рек лесолуговой и лесостепной зон. По мере понижения лугов по рельефу потребность растений в калии возрастает. Объясняется это улучшением водного режима и азотного питания растений, а также обеднением почв калием в связи с торфообразовательным процессом на низинных лугах. В европейской части Российской Федерации эффективность калийных удобрений на лугах повышается с востока на запад. Это связано с высоким содержанием калия в почвообразующих породах почв восточных областей и более лёгким гранулометрическим составом почв на западе страны; определенное значение имеют и лучшие условия увлажнения в западных областях и более высокое содержание в травостоях бобовых растений.

Рекомендуемые для ежегодного внесения при уходе за сенокосами и пастбищами нормы фосфорных и калийных удобрений устанавливаются в соответствии с уровнем обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия и планируемой урожайностью (табл. 166).

При среднем уровне содержания в почве P_2O_5 и K_2O (почвы III и IV групп) нормы удобрений должны быть равны выносу фосфора и калия с планируемым урожаем трав. При низком – превышать вынос этих элементов с урожаем (на почвах I группы обеспеченности – на 30 %, II группы – на 20 %), чтобы почва постепенно окультуривалась. При высоком (почвы V и VI групп) – нормы удобрений снижаются по отношению к выносу фосфора и калия с урожаем пастбищной травы соответственно на 20 и 30 %.

Таблица 166 – Примерные нормы внесения фосфорных и калийных удобрений на культурных сенокосах и пастбищах, кг/га действующего вещества

Планируемая продуктивность, ц/га корм. ед.	Содержание					
	P ₂ O ₅			K ₂ O		
	низкая (I, II гр.)	средняя (III, IV гр.)	высокая (V, VI гр.)	низкая (I, II гр.)	средняя (III, IV гр.)	высокая (V, VI гр.)
Бобово-злаковые травостои						
30	40	30	20	90	75	45
40	55	45	35	110	90	60
50	65	55	45	135	110	75
60	75	65	55	160	135	100
70	80	70	65	190	150	120
80	90	80	70	210	170	130
Злаковые травостои						
30	30	25	15	80	65	40
40	45	30	25	100	80	55
50	50	40	30	125	100	70
60	60	50	40	150	120	90
70	70	60	50	175	140	105
80	80	70	60	200	160	120

Фосфорные удобрения в полной норме и калийные – до K₆₀ на сенокосах и пастбищах вносят за один прием осенью или рано весной. Калийные удобрения в норме K₉₀₋₁₂₀ – в два приема: по K₄₅₋₆₀ рано весной и после второго цикла стравливания. Более высокие нормы их (K₁₅₀₋₁₈₀) во избежание избыточного накопления калия в травостое вносят в три приема: рано весной, после первого и третьего стравливания.

На пастбищах с небольшим содержанием бобового компонента в составе травостоя менее 30 % для повышения продуктивности 1 га до 6–7 тыс. корм. ед. и 10–12 ц/га сырого протеина при сохранении бобовых компонентов необходимо применять следующую технологию:

- а) внесение азотных удобрений в норме не более N₉₀;
- б) для ослабления отрицательного влияния азота на бобовые растения проведение подкормки по N₄₅ после второго и третьего стравливания;
- в) применение мочевины вместо аммонийной селитры;
- г) обеспечение соотношения компонентов в смеси удобрений N:P:K, равным 1,5:1:2.

При содержании в травостое бобовых растений 30–40% применение низких норм азота (N₉₀) неэффективно. Для повышения продуктивности травостоя до 7–8 тыс. корм. ед/га норма должна быть N₁₈₀, по N₆₀ после первого, второго и третьего стравливания.

Для применения на сенокосах и пастбищах пригодны все формы твердых и жидких удобрений. Основной способ внесения удобрений — наземный с помощью специальных туковых сеялок и разбрасывателей. На крупных массивах лугов применяют авиацию.

Почвы сенокосов и пастбищ, как правило, содержат больше органического вещества по сравнению с пахотными. Дернина многих природных лугов обогащена растительными остатками. При проведении коренного улучшения часть растительных остатков минерализуется, однако одновременно происходит и гумификация их. В почвах, где содержание гумуса достигает или превышает 3–4 %, продуктивность лугов составляет до 30 ц/га корм. ед., а баланс органического вещества бездефицитный. Однако большая часть сенокосов и пастбищ расположена на суходолах с маломощной дерниной и низким содержанием гумуса, на вновь осваиваемых территориях, где при технических и мелиоративных работах нарушен гумусовый горизонт, на почвах низкого естественного плодородия. В этих случаях, а также при создании культурных пастбищ, особенно орошаемых, на пашне внесение органических удобрений является важнейшим фактором окультуривания почв.

На пастбищах благодаря животным в почву поступает часть питательных веществ. Их количество зависит от нагрузки скота, продолжительности пастбы, содержания питательных веществ в пастбищном корме. При выпасе корова покрывает твердыми экскрементами за 1 день до 0,7 м² почвы, но их воздействие распространяется на площадь, в 7 раз большую. Примерно такая же площадь покрывается жидкими экскрементами. Чтобы экскременты смогли оказать свое действие на всю площадь пастбища, требуется при стаде 100 голов 2,5 года. Если считать, что при интенсивном использовании культурного пастбища на каждый гектар приходится 2 коровы, то на пастбище в виде экскрементов останется такое количество органических удобрений, которое соответствует 10 т навоза (Тоомре Р.И., 1966).

Значение органических удобрений для культурных пастбищ состоит не только в увеличении количества питательных веществ в почве, но и в активизации микробиологических процессов, при помощи которых запасы трудно усваиваемых питательных веществ превращаются в доступные для растений формы. Благодаря органическим удобрениям увеличиваются запасы азота в почве. Это, в свою очередь, повышает потребность растений в фосфорно-калийных удобрениях и способствует лучшему их усвоению.

Органическими удобрениями целесообразно обеспечить все вновь закладываемые или обновленные травостои, внося их под вспашку. Их выгодно применять периодически через 3–4 года по 15–30 т/га. Эффективность органических удобрений мало зависит от времени внесения, но с точки зрения организации труда выполнение этих работ осенью наиболее целесообразно. Поверхностное применение органических удобрений допустимо только на лугах с песчаными и супесчаными почвами при недостатке минеральных туков. Эффективность их поверхностного внесения на лугах зависит от уровня плодородия почв и проявляется в основном в первый год, а в дальнейшем она резко снижается. Потребность сенокосов и пастбищ в органических удобрениях зависит от содержания гумуса в почве, продуктивно-

сти луга, применения азотных туков. В опытах Л.И. Рааве установлено, что богатые злаковые травостой сенокосов и пастбищ, в почвах которых содержится гумуса выше 3 % и вносятся азотных удобрений более 100 кг/га д. в., не нуждаются в органических удобрениях. Однако они необходимы на тех же почвах для бобово-злаковых травостоев.

На сенокосах и пастбищах рекомендуются применять дифференцированные нормы органических удобрений в зависимости от содержания гумуса в почве (табл. 167; Шкель М.П. и др., 1987).

Таблица 167 – Нормы органических удобрений на сенокосах и пастбищах

Содержание гумуса в почве, %	Норма, т/га	Прибавки урожая на 1 т органических удобрений, корм. ед.
3–4	До 30	20–40
2–3	30–40	50–150
1,5–2	40–50	150–200
< 1,5	50–60	100–130

В качестве органических удобрений используют навоз или компосты. На бедных гумусом (< 2 %) почвах соотношение навоза и торфа в торфяно-навозных компоста должно быть 1:1 или 1:2, на дерново-глеевых – от 1:4 до 1:6.

Навозную жижу в количестве 20–30 т/га, рекомендуют вносить в начале роста трав весной и до конца лета. Травостой из низовых злаков и белого клевера подкармливают навозной жижей один раз за вегетационный период, тогда как злаковые можно подкармливать несколько раз. Весной навозную жижу применяют без разбавления, после первого и второго стравливания на пастбищах разбавляют водой. Соотношение воды и жижи составляет от 1:0,5 до 1:2. При внесении навозной жижи калийные удобрения применять не рекомендуется. Луговые травы хорошо произрастают и дают высокие урожаи при рН=4,5–8,0. Для клевера красного оптимальное значение рН=5,6–6,5; клевера белого – 5,5–6,5; люцерны синей – 7,5–8,0; злаковых – 5,5–5,9. На кислых почвах в травостое ценные кормовые травы вытесняются сорными. В первую очередь выпадают бобовые растения, затем тимopheевка и овсяница луговая. Вместо них развивается полевика обыкновенная, щучки и осоки, что способствует снижению урожаев и качества кормов.

Эффективность удобрений, подсева трав, перезалужения и других агротехнических мероприятий, связанных с коренным улучшением лугов и пастбищ, резко снижается, если почвы имеют кислую реакцию. На почвах с очень кислой реакцией (рН 3,2–3,4) вообще невозможно создать культурные луга и пастбища высокой продуктивности с ценными травостоями. Поэтому при улучшении природных кормовых угодий и освоении площадей с кислыми почвами под культурные луга и пастбища одно из первых агротехнических мероприятий – известкование почв. Особенно большое значение оно имеет при создании лугов

и пастбищ с бобово-злаковыми травостоями, поскольку бобовые наиболее чувствительны к реакции и на кислых почвах быстро выпадают. Нормы внесения известковых удобрений зависят от типа почв и их гранулометрического состава и кислотности (табл. 168).

Таблица 168 – Нормы CaCO₃ для известкования кислых почв пастбищ, т/га

Группа почв по гранулометрическому составу	рН солевой вытяжки							
	≤ 4,25	4,26–4,50	4,51–4,75	4,76–5,00	5,01–5,25	5,26–5,50	5,51–5,75	≥ 5,76
Рыхлосупесчаный	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	–	–
Связносупесчаный	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	4,5	–	–
Легко- и среднесуглинистый	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,0	5,0	4,0
Тяжелосуглинистый и глинистый	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0
Торфяные	8,0	6,5	5,5	3,0	–	–	–	–

Учитывая продолжительный период использования культурных пастбищ без перезалужения и более низкую эффективность поверхностного известкования, кислые почвы известкуют доломитовой мукой после вспашки. Известкование пастбищ проводят при перезалужении с заделкой известкового удобрения в почву или поверхностно каждые 5 лет. В этом случае применяется половинная норма извести, рассчитанная по гидролитической кислотности. Однако только одно известкование не всегда дает положительный эффект. Кислые почвы в процессе образования, выщелачиваясь, обедняются необходимыми растениям макро- и микроэлементами. При перезалужении старовозрастных сеяных травостоев, особенно на низкоплодородных землях, в зависимости от содержания гумуса для окультуривания и повышения микробиологической активности почвы наряду с химическими мелиорантами целесообразно вносить 20–40 т/га навоза или компоста и минеральные удобрения из расчета P_{45–60} K_{60–90}. Из микроудобрений на культурных пастбищах применяют борные, кобальтовые, медные, марганцевые, молибденовые и цинковые.

Бор необходим для нормального роста и развития животных в очень незначительных («следовых») количествах. Однако при низком его содержании в почве у растений развиваются специфические заболевания, снижается продуктивность трав сенокосов и пастбищ. Недостаток бора можно обнаружить по ряду морфологических признаков, характерных для каждого вида растений. При борном «голодании» прежде всего наблюдается остановка роста корня и стебля. Затем появляется хлороз верхушечной точки роста, за которым при сильном борном голодании следует полное его отмирание. Наибольшая потребность в боре проявляется у растений, выращиваемых на дерново-подзолистых, дерново-глеевых и торфяно-болотных почвах. Недостат-

ки в этом элементе особенно остро испытывают клевер и люцерна на карбонатных почвах. Критический уровень содержания подвижного бора в почве, ниже которого появляется потребность растений в борных удобрениях, колеблется в довольно значительных пределах. Ориентировочно можно принять, что отзывчивость наиболее требовательных к бору растений на борные удобрения проявляется при содержании подвижного бора в почве менее 0,7 мг/кг. Минимальная потребность животных в кобальте 0,07–0,08 мг/кг сухих веществ корма. При недостатке этого элемента животные заболевают а kobальтозом. Наблюдается снижение аппетита, лизуха; на пастбищах также животные поедают малосъедобную растительность и часто ложатся. Кожа становится сухой, мало эластичной, шелушится; волосяной покров взъерошенный, редкий, без блеска. У крупного рогатого скота задерживается линька; у овец в начале заболевания шерсть начинает терять извитость, становится ватообразной, непрочной и легко выпадает. У больных животных наблюдается резкое малокровие, кахексия (худосочие). Кобальтовые удобрения эффективны при содержании этого элемента в почве менее 1 мг/кг. Однако для выращивания полноценных кормов для скота необходимо применять кобальтовые удобрения даже при среднем (до 2,3 мг/кг) содержании кобальта в почве. Выявлено положительное влияние кобальтовых удобрений на продуктивность растений, произрастающих на карбонатных, а так же произвесткованных почвах. Роль этих удобрений возрастает по мере окультуривания почв.

Ориентировочная потребность животных в марганце 40–70 мг/кг сухого вещества корма. Первые признаки недостатка марганца в организме – задержка роста и формирования скелета вследствие нарушения процессов окостенения. Дефицит марганца в организме взрослого животного вызывает изменения, аналогичные авитаминозу E: теряется способность к размножению, многие коровы становятся бесплодными. Недостаток этого элемента в рационе коров вызывает общую дистрофию, сопровождаемую снижением молочной продуктивности и репродуктивности – увеличением процента яловых коров. Недостаток марганца может иметь место на богатых известью почвах низинных болот, а так же на орошаемых пастбищах, расположенных в песчаных почвах.

При содержании в травах сенокосов пастбищ меди менее 1–5 мг/кг сухой массы животные испытывают медную недостаточность. К патологическим состояниям, этиологической причиной которых является медная недостаточность, относятся нарушения тканевых окислительных процессов и связанных с ним изменений веществ, нарушения роста и пигментации шерсти, анемия, поносы, эндемическая (энзоотическая) атаксия, заболевания сердца и желудочно-кишечного тракта, угнетение воспроизводительной функции. Эндемическая атаксия является заболеванием нервной системы животных, встречающаяся в определённых районах земного шара. Эта болезнь известна под различными местными названиями: «свейбек» (Англия), «ламкрус» (Южная Африка), «рэнгуера» (Перу), «джинджинский рахит» (Австралия),

«буранг», «белянги» (Узбекистан). Медные удобрения наиболее эффективны на осушенных торфянно-болотных и дерново-глеевых почвах, а так же на почвах лёгкого гранулометрического состава. Хорошо отзываются на них тимофеевка, клевера. Роль медных удобрений повышается в годы с неблагоприятными погодными условиями. Дефицит меди усиливается при известковании кислых почв, так как при этом идёт более быстрое образование комплексов органических соединений с медью. Потребность растений в этом элементе возрастает в условиях применения высоких норм азотных удобрений.

Минимальная потребность животных в молибдене 0,02–0,2 мг/кг сухих веществ корма. При его недостатке в рационе животные поражаются энзоотической атаксией, у них наблюдается остеопороз, нарушение координации движения, депигментация шерсти. В растениях молибден входит в состав фермента нитраредуктазы и является необходимым компонентом в восстановлении нитратов. Участие этого микроэлемента в фиксации молекулярного азота атмосферы объясняет его особое значение для роста и развития бобовых трав. Под влиянием молибдена в клубеньках бобовых культур усиливается активность ферментов, обеспечивающих непрерывный приток водорода, который необходим для связывания азота атмосферы. Высокая действенность молибденовых удобрений установлена на кислых дерново-подзолистых и торфяно-болотных почвах, бедных легкодоступными для растений соединениями. Особую роль они приобретают на орошаемых пастбищах при более высоких нормах азота. Молибден ограничивает накопление нитратов в пастбищном корме в количествах, токсичных для животных.

Потребность животных в цинке составляет 40–60 мг/кг сухого вещества корма. Недостаток его в кормах оказывает отрицательное влияние на рост и развитие животного, его воспроизводительную способность, повышает возбуждаемость нервной системы, ослабляет процессы торможения. Животные быстро утомляются, худеют, шерсть становится матовой, появляются облысения, отёк слизистых оболочек. Дефицит цинка в рационе взрослых животных приводит к бесплодию. Недостаток цинка имеет место на чернозёмах карбонатных, серозёмах, каштановых и бурых почвах. Для обеспечения кормовых трав сенокосов и пастбищ микроэлементами применяют соответствующие микроудобрения: их вносят в почву из расчёта 1–3 кг/га по действующему веществу или проводят опрыскивание травостоя 0,005 % водными растворами – 300 л/га наземной аппаратурой.

Таким образом, применение агрохимических средств на сенокосах и пастбищах является высокоэффективным агроприемом сохранения и повышения их продуктивности.

3.11. Овощные культуры

Овощные культуры – травянистые растения, выращиваемые ради их сочных частей (овощей), употребляемых человеком в пищу. В культуре известно более 120 видов овощных растений. Наиболее распространенные из них принадлежат к 10 ботаническим семействам: крестоцветных (капуста, брюква, репа, редис, редька, хрен кресс-салат), зонтичных (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, катран, укроп), маревых (свекла, шпинат), тыквенных (огурец, арбуз, дыня, тыква), паслёновых (томат, баклажан, перец, физалис), бобовых (горох, фасоль, бабы), сложноцветных (салат, цикорий, артишок, эстрагон), лилейных (лук, чеснок, спаржа), гречишных (ревень, щавель), злаковых (кукуруза сахарная). Кроме цветковых растений разводят грибы (шампиньон), принадлежащий к семейству пластинчатых.

По продолжительности жизни овощные культуры делят на одно-, дву- и многолетние. По продуктовым органам различают четыре группы овощных культур: 1) листовые (в пищу употребляют побеги, листья и их корешки) – капуста, салат, шпинат, укроп, сельдерей листовой и черешковый, петрушка листовая, мангольд, ревень, щавель; 2) плодовые (в пищу пригодны молодые завези или зрелые плоды) – томат баклажан, перец, физалис, огурец, арбуз, дыня, тыква, горох, фасоль, бабы, кукуруза сахарная; 3) корнеплоды – морковь, сельдерей корневой, петрушка корневая, пастернак, свекла, брюква репа, редис, редька; 4) луковичные (в пищу используются луковицы и листья) – лук, чеснок. В отдельную группу выделяют прянокусовые овощные культуры: анис, кориандр, кресс-салат, тмин, мяту, майоран, огуречную траву, фенхель и эстрагон.

Овощи служат основным источником витаминов, содержат белки, жиры, углеводы и минеральные вещества. Изменчивость химического состава у овощных культур определяется биологическими особенностями культуры и сорта, почвенно-климатическими условиями и способами возделывания (табл. 169; Покровский А.А., 1976).

При удобрении овощных культур следует учитывать, наряду с увеличением урожайности, необходимость получения продукции хорошего качества – с достаточным количеством витаминов, минеральных солей, не содержащих вредных соединений выше допустимого уровня. Это достигается регулированием состава и соотношения элементов питания в удобрениях под отдельные культуры, сроков их внесения в зависимости от вида получаемой продукции.

3.11.1. Крестоцветные

Капуста

Капуста (*Brassica L.*) группа одно- и двулетних овощных растений семейства крестоцветных, представленная 8 самостоятельными, но близкими видами: капуста кочанная (*Br. capitata L.*), которая наряду с белокочанными имеет краснокочанные формы; капуста савойская (*Br. sabauda L.*); капуста брюссельская (*Br. gemmifera [Zenker] L.*); кольраби (*Br. caulorapa Pasq.*); капуста листовая (*Br. subspontanea L.*); капуста пекинская (*Br. chinensis L.*); капуста цветная (*Br. cauliflora L.*).

Таблица 169 – Содержание питательных веществ в овощах, г/100 г сырого вещества

Культура	Вода, %	Белки	Жиры	Углеводы, всего	Моно- и дисахариды	Крахмал	Клетчатка	Органические кислоты в пересчете на яблочную	Зола, %	Минеральные вещества						Провитамин А	Витамины, мг/100 г			
										Na	K	Ca	Mg	P	Fe		B ₁	B ₂	PP	C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Баклажаны	91,0	0,6	0,1	5,5	4,2	0,9	1,3	0,2	0,5	6	238	15	9	34	0,4	0,02	0,04	0,05	0,60	5
Бобы	83,0	6,0	0,1	8,3	1,6	6,0	0,1	0,7	–	–	–	–	–	–	0,05	0,06	0,10	0,60	20	
Брюква	87,0	1,2	0,1	8,1	7,0	0,4	1,5	0,2	1,2	10	238	40	7	41	1,5	0,12	0,04	0,03	0,50	30
Горошек зеленый	80,0	5,0	0,2	13,3	6,0	6,8	1,0	0,1	0,8	2	285	96	38	122	0,7	0,40	0,34	0,19	2,0	25
Кабачок	93,0	0,6	0,3	5,7	4,9	–	0,3	0,1	0,4	2	238	15	9	12	0,4	0,03	0,03	0,60	15	
Капуста:																				
белокочанная	90,0	1,8	–	5,4	4,6	0,5	0,7	0,05	0,7	13	185	48	16	31	1,0	0,02	0,06	0,05	0,40	50
краснокочанная	90,0	1,8	–	6,1	4,7	0,5	1,3	0,2	0,8	4	302	53	16	32	0,6	0,10	0,05	0,05	0,40	60
брюссельская	86,0	4,8	–	6,7	5,4	0,5	1,6	0,7	1,3	7	375	34	40	78	1,3	0,30	0,10	0,20	0,70	120
кольраби	86,0	2,8	–	8,3	7,4	0,5	1,7	0,1	1,2	10	370	46	30	50	0,6	0,10	0,06	0,05	0,90	50
цветная	90,9	2,5	–	4,9	4,0	0,5	0,9	0,1	0,8	10	210	26	17	51	1,4	0,02	0,10	0,10	0,60	70
Картофель	75,0	2,0	0,1	19,7	1,5	18,2	1,0	0,1	1,1	28	568	10	23	58	0,9	0,02	0,12	0,05	0,90	201
Лук зеленый	92,5	1,3	–	4,3	3,5	–	0,9	0,2	1,0	57	259	121	18	26	1,0	2,0	0,02	0,10	0,30	30
Лук-порей	87,0	3,0	–	7,3	6,5	–	1,5	0,1	1,2	50	225	87	10	58	1,0	0,10	0,10	0,04	0,50	35
Лук репчатый	86,0	1,7	–	9,5	9,0	–	0,7	0,1	1,0	18	175	31	14	58	0,8	След.	0,05	0,02	0,20	10
Морковь:																				
- красная	88,5	1,3	0,1	7,0	6,0	0,2	1,2	0,1	1,0	21	200	51	38	55	1,2	9,0	0,06	0,07	1,0	5
- желтая	89,0	1,3	0,	7,0	6,0	0,2	0,8	0,1	0,7	65	234	46	36	60	1,4	1,10	0,10	0,02	–	5
Огурцы																				
- грунтовые	95,0	0,8	–	3,0	2,5	0,1	0,7	0,1	0,5	8	141	23	14	42	0,9	0,06	0,03	0,04	0,20	10
- парниковые	96,5	0,7	–	1,8	1,8	0,1	0,5	–	0,5	7	196	17	–	42	0,5	0,02	0,03	0,02	–	7

Окончание таблицы 169

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Патиссон	93,0	0,6	–	4,3	4,1	–	1,3	0,1	0,7	–	–	–	–	–	–	След.	0,03	0,04	0,25	23
Перец сладкий:																				
- зеленый	92,0	1,3	–	4,7	4,0	0,1	1,5	0,1	0,5	7	139	6	10	25	0,8	1,0	0,06	0,10	0,60	150
- красный	91,0	1,3	–	5,7	5,2	–	1,4	0,1	0,6	19	163	8	11	16	–	2,0	0,10	0,08	1,0	250
Петрушка:																				
- зелень	85,0	3,7	–	8,1	6,8	1,2	1,5	0,1	1,1	79	340	245	85	95	1,9	1,70	0,05	0,05	0,70	150
- корень	85,0	1,5	–	11,0	9,4	0,4	1,3	0,1	1,1	–	262	86	41	82	1,8	0,01	0,08	0,10	1,0	35
Пастернак (корень)	83,0	1,4	–	11,0	6,5	4,0	2,4	0,1	1,5	8	342	57	22	73	0,7	0,02	0,08	0,09	0,94	20
Ревень (черешковый)	94,5	0,7	–	2,9	2,5	–	1,0	0,1	1,0	35	325	44	17	25	0,6	0,06	0,01	0,06	0,10	10
Редис	93,0	1,2	–	4,1	3,5	0,3	0,8	0,1	0,6	10	255	39	13	44	1,0	След.	0,01	0,04	0,10	25
Редька	88,6	1,9	–	7,0	6,2	0,3	1,5	0,1	1,0	17	357	35	22	26	1,2	0,02	0,03	0,03	0,25	29
Репа	90,5	1,5	–	5,9	5,0	0,3	1,4	0,1	0,7	58	238	49	17	34	0,9	0,10	0,05	0,04	0,80	20
Салат	95,0	1,5	–	2,2	1,7	–	0,5	0,1	1,0	8	220	77	40	34	0,6	1,75	0,03	0,08	0,65	15
Свекла	86,5	1,7	–	10,8	9,0	–	0,9	0,1	1,0	86	288	37	43	43	1,4	0,01	0,02	0,04	0,20	10
Сельдерей:																				
- корень	90,0	1,3	–	6,7	5,5	0,6	1,0	0,1	1,0	77	393	63	33	27	0,5	0,01	0,03	0,04	0,30	8
- зелень	78,0	–	–	2,0	2,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,80	0,02	0,10	0,42	38
Батат	80,5	2,0	–	13,8	6,0	7,3	1,3	0,1	1,2	–	397	34	28	49	1,0	0,30	0,15	0,05	0,60	23
Спаржа:	92,7	1,9	–	3,6	2,3	0,9	1,2	0,1	0,6	40	196	21	20	62	0,9	0,03	0,10	0,10	1,0	20
Томаты:																				
- грунтовые	93,5	0,6	–	4,2	3,5	0,3	0,8	0,5	0,7	40	290	14	20	26	1,4	1,20	0,06	0,04	0,53	25
- парниковые	94,6	0,6	–	2,9	2,9	–	0,4	0,3	0,6	15	243	8	–	35	0,5	0,50	0,04	0,03	0,50	20
Укроп	86,5	2,5	0,5	4,5	4,1	–	3,5	0,1	2,3	43	335	223	70	93	1,6	1,0	0,03	0,10	0,60	100
Фасоль	90,0	4,0	–	4,3	2,0	2,0	1,0	0,1	0,7	–	–	65	–	44	1,1	0,4	0,10	0,20	0,50	20
Хрен	77,0	2,5	–	16,3	–	–	2,8	–	1,4	140	579	119	36	130	2,0	След.	0,08	0,10	0,40	55
Чеснок	70,0	6,5	–	21,2	3,2	2,0	0,8	0,1	1,5	120	260	90	30	140	1,5	"	0,08	0,08	1,1	10
Шпинат	91,2	2,9	–	2,3	2,0	–	0,5	0,12	1,8	62	774	106	82	83	3,0	4,5	0,10	0,25	0,60	55
Щавель	90,0	1,5	–	5,3	5,0	–	1,0	0,72	1,4	15	500	47	85	90	2,0	2,5	0,19	0,10	0,30	43

Распространение. Капусты возделывают во всех странах мира. В нашей стране она занимает около 30 % посевных площадей овощных культур. В Великобритании, Франции, Германии, Норвегии, Чехии по размерам площадей капуста занимает также 1-е место среди овощных культур, В США – 5 –е место.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Капуста может произрастать и дать высокий урожай на различных почвенных разностях за исключением очень лёгких песчаных и щебенистых. Весьма благоприятны для нее суглинистые почвы. Высокие урожаи она дает на торфяных почвах. Оптимальная реакция почвенного раствора (рН_{KCl}) для раннеспелой капусты белокочанной составляет 5,8–6,5, среднепоздней – 6–7,2, а на торфянистых почвах – 5,0–5,5; для капусты цветной – 5,3–6,0.

Капуста – культура с «большим аппетитом». На образование 10 т товарной продукции белокочанной капусте необходимо 41 кг азота, 14 – фосфора и 49 кг калия. Цветной капусте этих питательных элементов требуется еще больше 84 кг азота, 29 – фосфора и 83 кг калия на 10 т продукции.

Наибольшая потребность капусты в элементах питания бывает в период завязывания и роста кочана (табл. 170). К фазе формирования кочана растения потребляют 30,5 % азота, 21,8 фосфора и 24,2 % калия от максимального их содержания в урожае.

Таблица 170 – Динамика поступления элементов питания в растения капусты, % от максимального

Фаза вегетации	От начала вегетации			В последующий период		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Рассада	0,17	0,14	0,12	-	-	-
Розетка	3,68	2,64	3,10	3,51	2,50	2,98
Формирование кочана	30,50	21,80	24,20	26,82	19,16	21,10
Рыхлый кочан	96,40	100,0	96,60	65,90	78,20	72,40
Хозяйственная спелость	100,0	90,50	100,0	3,60	-	3,40

При недостатке азота задерживается рост капусты, изменяется цвет листьев – они становятся бледно-зелеными. При азотном голодании нижние листья у капусты краснеют или синеют. Это явление чаще наблюдается у ранней капусты весной, в холодную дождливую погоду, когда вследствие слабой нитрифицирующей деятельности почвенных микроорганизмов азот из почвы почти не поступает.

Недостаток фосфора вызывает задержку фаз развития, особенно цветения и созревания семян. Характерный признак фосфорного голодания – резкое ослабление роста, задержка образования кочана, а у цветной капусты – головки. Листья у растений мельчают, окраска их изменяется от темно-зеленой до фиолетовой. На усвоение фосфора оказывает влияние кислотность почвы. На кислых почвах у растений даже при внесении фосфорных удобрений могут проявиться признаки

фосфорного голодания. Известкование почвы способствует лучшей обеспеченности растений капусты фосфором.

При недостатке калия на нижних листьях капусты образуются хлоротичные пятна, более отчетливо проявляющиеся по краям листа. Появление хлоротичных пятен обусловлено накоплением в клетках аммиачного азота. Он вызывает отмирание тканей и их обезвоживание. Характерные признаки сильного калийного голодания у капусты – пожелтение и отмирание тканей листа начиная с верхушки листа, вниз по краю, в виде ожога. Растения становятся менее стойкими к повреждению грызущими насекомыми-вредителями. Установлено, что известкование кислых почв усиливает потребность растений в калии.

При выращивании на суглинистых почвах капуста не испытывает магниевого голодания (за исключением кислых почв), так как содержание магния в этих почвах высокое. Значительно меньше содержится магния в песчаных и супесчаных почвах, и у капусты, выращиваемой на таких почвах, наблюдаются случаи магниевого голодания. Характерный признак его – межжилковый хлороз (ткань нижних листьев становится светлой начиная с верхушки листа, а около жилок она остается зеленой, создается мраморность листа). При сильном голодании происходит отмирание тканей между жилками (некроз). Опасно для капусты и избыточное количество магния в почве. Оно токсично для растений капусты. Снизить токсичность почвенного раствора можно известкованием почвы. Декальцирование в почвы приводит к ее подкислению. При недостатке в почве кальция приостанавливается рост капусты, пластинка листа обесцвечивается до бело-зеленого цвета, а затем появляется коричневая окраска листьев.

Место в севообороте. Капусту выращивают в овощных, в овоще-кормовых, кормовых или в специальных (для овощных культур с целью получения ранней продукции) севооборотах. При больших площадях посадки под капусту в севообороте отводят два поля. Возделывание капусты, возможно и в общем полево-м севообороте при хорошем плодородии полей. Она может идти первым растением по плану на вновь распаханых (целинных, пойменных, залежных) землях. В овощном севообороте лучшими предшественниками для капусты являются: картофель, огурцы, лук и томаты.

Удобрение. Все виды капусты хорошо отзываются на органические и минеральные удобрения, особенно азотные. Потребность в фосфоре наиболее высока у цветной капусты, брокколи и поздней белокочанной капусты. Больше всего калия требуется среднепоздним и поздним сортам белокочанной и краснокочанной капусты.

Капуста белокочанная. Имеет растянутый период поглощения элементов питания из почвы. Наибольшая потребность в них – в период завязывания кочанов. Раннеспелые сорта капусты потребляют элементы питания в более сжатые сроки, позднеспелые сорта имеют более растянутый период. На образование 10 т товарной продукции белоко-

чанной капусте требуется в среднем 41 кг азота, 14 – фосфора и 49 кг калия. Поэтому для получения хорошего урожая требуются высокие нормы удобрений. Эффективность внесения различных видов удобрений под капусту зависит не только от типа почвы, но и от ее окультуренности, содержания в ней питательных веществ, длительности применения удобрений, полива. Чем выше окультуренность почвы, тем меньшее количество питательных веществ нужно вносить.

Высокие урожаи белокочанной капусты хорошего качества нельзя получить без применения органических удобрений. При этом под раннюю капусту вносят перегной 30–40 т/га или размещают ее по последствию навоза; под средне- и позднеспелые сорта непосредственно вносят 40 – 60 т/га навоза. Примерные средние нормы минеральных удобрений под капусту приведены в таблице 171 (Журбицкий З.И., 1955)

Для пойменных почв рекомендуются более высокие нормы калия: для позднеспелых сортов 180–260 кг, скороспелых – 120–180 кг/га. Для низинных торфяников нечерноземной полосы примерными нормами удобрений при возделывании среднеспелых и позднеспелых сортов являются (в кг действующего начала на 1 га): фосфора 40–60, калия 180–260, азота до 50 кг (Гусев М.И., 1963).

Таблица 171 – Примерные нормы минеральных удобрений под капусту на разных типах почв

Сорта	Супесчаные и суглинистые почвы			Пойменные почвы		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Нечерноземная полоса</i>						
Позднеспелые и среднеспелые	90–120	60–90	90–120	60–90	40–60	120–180
Скороспелые	60–90	40–60	60–90	60–90	40–60	60–90
<i>Черноземная полоса</i>						
Позднеспелые и среднеспелые	60–90	60–90	90–120	60–90	60–80	60–90
Скороспелые	60–90	60–90	90–120	60–90	60–80	60–90

Нормы удобрений на черноземах: N_{90–135}P_{90–135}K_{80–120}, навоза 20–30 т/га. Под позднюю капусту нормы удобрений несколько выше. Хороший эффект дает внесение перепревшего навоза в лунки при посадке рассады. Подкормки проводятся при образовании розеток и в начале образования кочана. Если капуста поздняя высаживается после многолетних трав, то вносят полное минеральное удобрение. Одну треть фосфорно-калийного удобрения вносят осенью под зяблевую вспашку, остальное – весной и в подкормки. Нормы фосфорных и калийных удобрений рассчитывают по содержанию подвижных форм P₂O₅ и K₂O в почвах, а азотистых – в соответствии с окультуренностью участков. Степень обеспеченности почв питательными элементами

определяют методами анализов, принятыми в зоне. Нормы удобрений – ориентировочные и должны быть уточнены в конкретных условиях.

Лучшие формы фосфорных удобрений под капусту считаются простой и двойной гранулированный суперфосфат. Из форм азотных удобрений под позднюю капусту на подзолистых почвах лучшими являются аммонийная и натриевая селитра, из калийных – хлористый калий, а на пойменных землях наиболее эффективно внесение сульфата аммония и калийной селитры. Различия в эффективности форм азотных удобрений под капусту на разных почвах объясняются тем, что в нейтральной или слабощелочной среде (луговая пойменная почва) растения лучше усваивают аммиачный азот, а в слабокислой (дерново-подзолистая почва) – нитратный.

Капуста краснокочанная. Является разновидностью кочанной. Отличительная ее особенность – красно-фиолетовая окраска наружных и внутренних листьев. Характер роста и развития, а также требования к плодородию почвы и удобрениям краснокочанной капусты такой же как у белокочанной.

Капуста брюссельская. У брюссельской капусты в пищу употребляют небольшие кочанчики. Среди всех видов капусты брюссельская отличается более высоким содержанием сухого вещества (4,5–5,5 %), белка (3,5–5,5 %), сахара (4,5–5,5 %). Брюссельская капуста очень требовательна к плодородию почв и условиям минерального питания. Лучше всего она растет на окультуренных легких и среднесуглинистых почвах с рН 6,5–7,5. Особенностью брюссельской капусты является ее способность использовать более активно питательные вещества почвы благодаря мощной корневой системе. При урожайности 60 ц/га она выносит 196–210 кг азота, 26–52 кг P_2O_5 и 136–191 кг K_2O . Брюссельская капуста хорошо отзывается на органические удобрения, внесенные с осени или под предшественник. Непосредственное внесение свежего органического удобрения под эту культуру нецелесообразно.

Нормы минеральных удобрений под эту культуру на среднеобеспеченных почвах $N_{150-180}$, P_{45-60} , K_{200} . Согласно результатам полевых опытов О.В. Студенцова (1977), проведенных на Кубани, примерные нормы минеральных удобрений составляют: $N_{100-180}$, P_{60-80} , $K_{120-200}$. На легких по гранулометрическому составу почвах обязательно внесение магниевых удобрений из расчета 50 кг/га MgO). Их рекомендуют применять на почвах с содержанием подвижного магния менее 4 мг/100 г. Бор вносят в почву в количестве 1,0–1,2 кг/га, в форме борно-датолитового удобрения (60 кг/га) или осажденного бората магния (75 кг/га) под культивацию. В качестве медного удобрения используют пиритный огарок (на торфяниках 5–6 ц/га, один раз в 4–5 лет) под зяблевую вспашку. Марганец вносят в виде марганцового шлама (2 ц/га) вместе с минеральными удобрениями при основной обработке почвы или марганизированного суперфосфата, используя его в подкормках (0,5–1,0 ц/га). Молибден вносят в форме молибденизированного суперфосфата в подкормках в норме, содержащей 50 г/га молибдена. Все

перечисленные микроэлементы применяют и в виде водных растворов при некорневых подкормках. Указанное количество удобрений растворяют в 400 л воды и вносят на 1 га посевов.

Капуста савойская. Внешне савойская капуста отличается от белокочанной морщинистыми, гофрированными листьями. Как и у белокочанной, у этой капусты в пищу употребляют кочаны. Раннеспелые сорта савойской капусты на формирование 10 т кочанов потребляют в среднем азота на 31 %, фосфора – 7, калия – 23 % больше, чем аналогичные сорта белокочанной. Среднеспелые и среднепоздние сорта обоих видов капусты предъявляют одинаковые требования к плодородию почвы. Согласно данным О.В. Студенцова (1977), полученным на Кубани, для скороспелых сортов савойской капусты оптимальные нормы азота лежат в пределах 60–90, фосфора – 40–60, калия – 60–90 кг/га, среднеспелых и среднепоздних сортов – $N_{80-120}P_{50-80}K_{80-120}$.

Капуста цветная. По своим требованиям к условиям почвенного плодородия и минеральному питанию цветная капуста превосходит остальные разновидности капусты, так как ее корневая система слабее развита. Под нее надо отводить плодородные, окультуренные участки преимущественно легкого гранулометрического состава с высоким содержанием органического вещества. На образование 10 т товарной продукции цветной капусте требуется 84 кг азота, 29 – фосфора и 83 кг калия. Цветная капуста хорошо отзывается на последствие навоза, особенно на легких почвах. Свежий навоз, использованный непосредственно под эту культуру весной, малоэффективен: из-за короткого вегетационного периода цветная капуста не успевает усвоить питательные вещества навоза. Под цветную капусту желательно вносить осенью навоз (40–50 т/га) и минеральные удобрения в нормах $N_{90-150} P_{60-120} K_{90-150}$ в зависимости от типа почвы и ее обеспеченности питательными веществами. Спустя 10–15 дней после высадки цветной капусты необходимо подкормить растения азотно-калийными удобрениями из расчета $N_{20}K_{15}$ на дерново-подзолистых почвах.

Примерные нормы азота на черноземных почвах Кубани для среднеспелых сортов цветной капусты колеблются от 110 до 160 кг/га, фосфора – от 60 до 90, калия – от 110 до 140 кг/га.

На богатых азотом низинных торфяниках цветная капуста плохо завязывает головку, страдает от молибденового голодания, развивает большую листовую массу, затягивает вегетацию и дает продукцию низкого качества. При выращивании рассады цветной капусты используют такую же питательную смесь, что и для ранней капусты.

При появлении всходов сеянцы цветной капусты обязательно опрыскивают 0,02 %-ным раствором борной кислоты, в фазу трех-четырех настоящих листьев – 0,02 %-ным раствором молибденовокислого аммония.

Брокколи (спаржевая капуста). Является разновидностью цветной капусты. Головка у брокколи состоит из разветвленных стеблевых образований, заканчивающихся видоизмененными бутонами зеленого, синего, фиолетового или белого цвета, собранными в виде пучков. Пе-

риод вегетации 135–150 дней. К почвенным условиям брокколи менее требовательна, чем цветная капуста. Она может успешно произрастать на тяжелых влажных почвах, но лучше развивается на легкосуглинистых, богатых перегноем. Пригодными являются пойменные и пониженные участки. Капуста брокколи по потреблению питательных веществ, близка к цветной капусте. Поэтому нормы и способы внесения удобрений под брокколи аналогичны таковым для цветной капусты, хотя урожайность брокколи на 20–40 % выше, чем цветной капусты.

Кольраби. Пищевое значение у кольраби имеет шаровидно разросшийся стебель. Он содержит в 1,5 раза больше азотистых веществ и аскорбиновой кислоты, чем капуста белокочанная. По количеству питательных веществ кольраби превосходит белокочанную капусту, аскорбиновой кислоты (витамина С) в ней не меньше, чем в лимонах и апельсинах. Поэтому кольраби иногда называют «северным лимоном». Кольраби – наиболее скороспелая капуста. Она поспевает через 70–80 дней после всходов, или на 20–30 дней раньше белокочанной капусты.

Кольраби – почти не отзывается на органические удобрения, под нее лучше вносить минеральные удобрения или возделывать ее по последствию навоза. Кольраби хорошо отзывается на внесение щелочных форм азотных удобрений, а применение физиологически кислых азотных удобрений (сульфата аммония) значительно снижает урожайность и скороспелость этой культуры.

Кольраби при урожае 200 ц/га выносит около 100 кг азота, 80 – фосфора и 160 – калия, 60 кг кальция, то есть она требует несколько меньше питательных веществ, чем другие виды капусты. Нормы минеральных удобрений под кольраби на среднеобеспеченных почвах $N_{90-120}P_{60-90}K_{120-150}$. Примерные нормы удобрений на черноземах Кубани: $N_{75-100}P_{30-40}K_{85-140}$. Вследствие скороспелости растений фосфорные и калийные удобрения следует полностью давать в предпосевную обработку, а азотные – до посадки (2/3 нормы) и в подкормку, которую делают по достижении стеблеплодами диаметра около 1,5 см. Все виды капусты хорошо отзываются на известкование кислотных почв, которое значительно уменьшает заболевание растений капустной килой и повышает их скороспелость. Известь целесообразно вносить в севообороте под предшественники капусты.

Брюква

Брюква (*Brassica napus rapifera L.*) – двухлетнее растения рода Капуста (*Brassica*). Культивируют столовую и кормовую брюкву. На вкус брюква слаще репы. Содержание витамина С в ее корнеплодах достигает 31–47 мг/100 г сырой массы. Причем, он сохраняется при варке и во время зимнего хранения. Поэтому корнеплоды брюквы считаются важнейшими источниками витамина С. Выращивают ее в основном для потребления зимой, хотя собираемые в конце лета незрелые корнеплоды – превосходное лакомство. Растениям брюквы не следует давать перерастать. Это ведет к появлению гигантских корнеплодов, часто деревянистых и годных скорее на корм скоту, чем в пищу человеку.

Распространение. Брюква распространена в Европе, Северной Америке, Австралии, Северной Африке. В Российской Федерации возделывают преимущественно в Нечерноземной полосе в европейской части, в южных районах малораспространенная культура.

Требования к почве. Наиболее пригодны для брюквы суглинистые почвы, богатые органическим веществом, с невысоким уровнем грунтовых вод; может давать хорошие урожаи и на глинистых почвах, осушенных болотах или торфяниках. На легких супесчаных почвах она дает высокие урожаи лишь при внесении удобрений. Щелочные почвы брюква переносит плохо.

Место в севообороте. В севообороте брюкву лучше размещать пожнивной после озимой ржи, вико-овсяной смеси на зеленый корм и раннего картофеля.

Удобрение. На формирование 10 т товарной продукции брюква выносит из почвы 21,1 кг азота, 2,8 – фосфора и 37,1 кг калия. Столовая брюква хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений, а также натрия, бора и меди. Удобрения под брюкву вносят из расчета $N_{40-60}P_{60-90}K_{60-120}$ на фоне 30–40 т/га перепревшего навоза. Органические удобрения, а также 2/3 нормы минеральных туков вносят под зяблевую вспашку, остальные минеральные удобрения – под предпосевную обработку почвы. У брюквы еще раньше, чем у других корнеплодных растений проявляются симптомы борной недостаточности, которая проявляется в стекловидности мякоти корнеплода.

Репа

Репа (*Brassica rapa subsp. rapifera Metzg*) – двухлетнее растение рода Капуста (*Brassica*). Корнеплоды репы содержат 8,5-16,9 % сухих веществ, половина из них – сахара. В них много витаминов В₁, В₂, С и провитамин А. Используют репу в свежем, фаршированном, пареном, варенном и жареном виде. Особенно большое пищевое значение эта культура имеет в северных высокогорных районах, где другие виды овощных растений плохо или совсем не удаются из-за недостатка тепла.

Распространение. Культивируется в странах Средней и Северной Европы, в Азии и Америке. В Российской Федерации репа распространена повсеместно от крайнего севера до южных границ. На Кубани она имеет только локальное значение.

Требования к почве. Лучшие почвы для репы – супесчаные и суглинистые с нейтральной и слабокислой реакцией. Из всех овощных культур только репа переносит повышенную кислотность почвы, удовлетворительно произрастая при рН 5,5 и даже 5.

Место в севообороте. В севообороте репу размещают после культур, под которые вносили органические удобрения. Во избежание поражения килой ее возвращают на то же поле не раньше чем через 5–6 лет.

Удобрение. Репа отзывчива на фосфорные и калийные удобрения. При высокой обеспеченности почвы азотом и низкой – фосфором и калием снижается устойчивость репы к заболеваниям, повышается

количество нитратов в корнеплодах и уменьшается концентрация в них сахаров. На формирование 10 т товарной продукции репа расходует 18,4 кг азота, 2,9 – фосфора и 36,9 кг калия. Под нее не рекомендуется вносить свежий навоз или большие нормы азотных удобрений, так как это вызывает образование пустотелых корнеплодов, излишний рост ботвы и ухудшает вкусовые свойства. Репу лучше выращивать по второму или третьему году после внесения органических удобрений. Оптимальная норма минеральных удобрений на окультуренных высокогумусированных почвах для этой культуры $N_{40-60}P_{60-90}K_{90-120}$. Под зяблевую вспашку на малоплодородных почвах вносят органические удобрения из расчета 40–60 т/га.

Редис

Редис (*Raphanus sativus L.*) – широко распространенная овощная культура. В корнеплодах редиса содержится 4,7–9 % сухих веществ, 0,8–4,0 – сахаров, 0,8–1,3 – сырого белка. 0,7 % золы. В составе свободных аминокислот редиса – аргинин, гистидин, метионин, цистин, триптофан, лейцин, изолейцин. Содержание аскорбиновой кислоты достигает 11,4–44,0 мг/100 г сырого вещества, причем она находится в свободном состоянии и легко доступна организму человека. Корнеплоды редиса накапливают также тиамин, рибофлавин, никотиновую кислоту. Они богаты эфирными маслами и органически связанной серой. Ценным свойством редиса является наличие бактерицидных веществ, тормозящих рост ряда микроорганизмов. Вкус корнеплодов обуславливается содержащимися в нем горчичными маслами и глюкозидными соединениями.

По циклу развития редис подразделяется на однолетний, который в год посева образует корнеплод и семена, и двухлетний, дающий семена, на 2-й год посева. К 1-й группе относятся европейские, ко второй китайские, японские, или так называемые озимые сорта редиса. В Российской Федерации распространены в основном европейские сорта.

Распространение. Редис возделывается на всех континентах и повсеместно в Российской Федерации.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лучшими почвами для весенне-летних сортов являются окультуренные супеси, для осенних – кроме того, легкие окультуренные суглинки. Редис имеет очень короткий вегетационный период, но высокая интенсивность поглощения им питательных веществ делает эту культуру требовательной к плодородию почвы. Он хорошо растет на структурной почве, имеющей нейтральную или слабокислую реакцию (рН 5,5–7,3). На кислой почве редис сильнее поражается килой. На бесструктурной, бедной питательными веществами почве корнеплоды у редиса не формируются. Недостаток азота приводит к плохому развитию и листовой розетки и корнеплода. На листьях появляется розовато-малиновая окраска. При недостатке калия корнеплод не образуется, хотя листья и не имеют внешних признаков калийного голодания растений.

Место в севообороте. Хорошим предшественником для редиса являются культуры, под которые применяются органические удобрения. В овощном севообороте его целесообразно размещать после огурцов и томатов.

Удобрение. На формирование 10 т урожая редис расходует 16,8 кг азота, 7,3 – фосфора, 34,2 – калия и 5,7 кг кальция. При таком малом выносе элементов питания эта культура отличается интенсивным их потреблением в единицу времени. Поэтому он хорошо отзывается на внесение удобрений.

Редис не переносит удобрение свежим навозом, который лучше вносить под предшественник. На малогумусных супесчаных и песчаных почвах под предшественник вносят 40–50 т/га навоза или с осени непосредственно под редис 15–20 т/га перепревшего навоза. На почвах, содержащих гумуса свыше 2–2,5 %, редис можно выращивать без внесения органических удобрений.

В первоначальный период развития редис требует усиленного фосфорного питания, поэтому хорошо отзывается на внесение фосфорных удобрений в рядки при посеве семян.

Оптимальные нормы минеральных удобрений под редис $N_{30-120}P_{60-100}K_{90-150}$ в зависимости от обеспеченности почв питательными веществами, и планируемой урожайности (табл. 172).

Таблица 172 – Примерные нормы внесения минеральных удобрений под редис

Планируемая урожайность, ц/га	Азотные			Фосфорные				Калийные			
	окультуренность почв			обеспеченность почв подвижным фосфором				обеспеченность почв обменным калием			
	средняя	хорошая	высокая	низкая	средняя	хорошая	высокая	низкая	средняя	хорошая	высокая
100	60	60	30	80	60	10**	10*	150	120	90	60
150	90	60	60	100	80	60	10**	180	150	120	90
200	90	60	30	80	60	40	10**	180	150	120	90
300	120	90	60	100	80	60	10**	200	180	150	120

* По последствию 30–40 т органических удобрений на 1 га (под предшественник) на малогумусных почвах.

** Внесение гранулированного суперфосфата в рядки при посеве.

При применении удобрений под редис следует учитывать, что ввиду короткого вегетационного периода под него лучше вносить нитратные быстродействующие формы азотных удобрений. Из калийных удобрений лучше применять калимагнезию, так как супесчаные почвы обычно недостаточно обеспечены магнием. Рекомендуется использование удобрений с низким содержанием хлора. Примерная норма удобрений на черноземах Кубани под редис $N_{40-60}P_{30-40}K_{40-60}$, перегной 20–30 т/га.

Редька

Редька (*Raphanus sativus L. subsp. hubernus Alef.*) – двухлетнее растение принадлежащие к виду *Raphanus sativus L.* Основная питательная ценность редьки – в высоком содержании солей калия, натрия, кальция, магния, железа, фосфора, серы, хлора. Особенно богата она солями черная редька. Острый и своеобразный вкус ее определяет наличием эфирных масел.

Распространение. Культура редьки распространена по всем странам Европы, Азии и Американского континента. В Российской Федерации ее возделывают повсеместно, но главным образом в центральной и северной районах.

Требования к почве. Лучшее почвы для редьки – суглинистые, с нейтральной реакцией почвенного раствора; удовлетворительно растёт она при слабокислой реакции почвы.

Место в севообороте. Лучшими предшественниками для редьки в овощном севообороте являются лук, огурцы, томаты и картофель.

Удобрение. На формирование 10 т редька расходует 30,4 кг азота, 2,6 – фосфора, 35,7 – калия и 3,5 кг кальция. Примерная норма удобрений на черноземах Кубани под редьку $N_{40-90}P_{40-60}K_{40-90}$, перегной 30–40 т/га. Меньшие нормы удобрений рекомендуются под скороспелые, большие – под позднеспелые сорта редьки. Она хорошо отзывается на внесение гранулированного суперфосфата в рядки при посеве. При ожидаемом появлении черной гнили редьки следует предпочитать удобрения, снижающие рН почвенного раствора. Навоз нельзя вносить непосредственно под редьку, поскольку это способствует формированию корнеплодов аномальной формы.

Катран

Катран [крамбе] (*Crambe L.*) – род растений семейства крестоцветных. Включает около 25 видов, наиболее известны: катран приморский [морская капуста] (*C. maritima*), катран татарский (*C. tatarica*), катран восточный (*C. orientalis*), катран кочи (*C. kotschyana*) и катран абиссинский (*C. abyssinica*).

По вкусовым качествам катран не отличается от хрена. Его мясистые корни издавна употребляют в пищу в сыром и консервированном виде, добавляют в соусы, салаты, и используют в засолке огурцов и томатов.

Распространение. В диком виде катран встречается в Евразии и Африке, в Российской Федерации на Северном Кавказе и на юге Западной Сибири.

Требования к почве. Катран неприхотлив, хорошо приспосабливается к почвенно-климатическим условиям, что облегчает введение его в культуру. В отличие от обычного хрена, катран размножается семенами. Хорошо растет на окультуренной, богатой органическим веществом суглинистой почве. Кислые почвы для выращивания катрана непригодны. Оптимальная реакция почвенного раствора (рН) – 6,5–7,0.

Место в севообороте. Лучшие предшественники для катрана – рано убираемые овощные растения, кроме семейства капустовых. В овоще-травопольных севооборотах его размещают на третий год после трав, хорошо растет он после озимых зерновых, бобовых и раннего картофеля.

Удобрение. Катран отзывчив на удобрения. Под зяблевую вспашку желательно внесение полуперепревшего навоза из расчета 40–60 т/га. Минеральные удобрения применяют в соответствии с типом почвы и агрохимической картограммой. Ориентировочная норма – $N_{60-90}P_{60-120}K_{60-120}$. Минеральные удобрения вносятся в три приема. Половину запланированной нормы удобрений вносят перед посевом под предпосевную обработку почвы. Оставшуюся часть удобрений дают в две подкормки. Первую подкормку проводят через неделю после прорезывания растений. В фазу 3–4 листьев растения подкармливают вторично. В первую подкормку вносят $N_{30} P_{30} K_{30}$, а вторую – $N_{15} P_{30} K_{30}$ т.е. дозу азота снижают наполовину.

Хрен

Хрен (*Armoracia*) – род многолетних травянистых растений семейства крестоцветных. В роде 2 вида: хрен деревенский или обыкновенный (*Armoracia rusticana Gaerth*), хрен гулявниковый, луговой (*Armoracia sisymbrioides*). Хрен выращивают ради утолщенных корней, называемых подземными побегами. В пищу используют корневища хрена как острую приправу к различным блюдам. В 100 г свежих корневищ содержится 79 мг натрия, 579 – калия, 119 – кальция, 35,3 – магния, 2,00 – железа, 0,14 – меди, 70 – фосфора, 212 – серы, 18,8 мг хлора, до 200 мг % витамина С, а также фитонциды, предохраняющие организм человека от заболеваний.

Распространение. Родина хрена Юго-Восточная Европа. В культуре наиболее известен хрен обыкновенный. Основное его производство сосредоточено в Нечернозёмной зоне. Много хрена выращивают в Поволжье, в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области. В Западной Сибири он распространен в Омской и Кемеровской области. Хрен луговой произрастает в диком виде в Сибири и на Дальнем Востоке и в этих районах изредка встречается в культуре.

Требования к почве. Хрен может расти на малоплодородных почвах, но высокие урожаи получают только на хорошо окультуренных участках, расположенных вблизи водоисточника. Для возделывания этой культуры непригодны почвы песчаные, глинистые тяжелого гранулометрического состава, дерново-подзолистые с неглубоким пахотным слоем, расположенные на водоразделах, заливных поймах и в низинах. На тяжелых почвах товарные и вкусовые свойства хрена ухудшаются, на песчаных он страдает от недостатка влаги, кроме того корни теряют острый вкус. Оптимальная реакция почвенной среды для этой культуры рН-6,0-6,5.

Место в севообороте. В зависимости от назначения хрена возможны 2 технологии возделывания: выращивание посадочного материала на участках размножения в однолетней культуре и выращивание товарного хрена в однолетней культуре с одно- или двухлетним использованием

плантации. В обоих случаях хрен размещают в полях овощного или овощекормового севооборота или же выделяют участки вне севооборота для последующего многолетнего использования плантации при выращивании поросли. Лучшие предшественники для хрена в овощном севообороте – культуры, рано освобождающие поле (огурец, томат, столовая свекла, ранний картофель), чтобы можно было провести своевременную подготовку для осенней или ранневесенней посадки. Поле должно быть чистым от многолетних сорняков, особенно от осота и пырея.

Удобрение. Участок под хрен подготавливают с осени. Под глубокую зяблевую вспашку (27–29 см) вносят 40–50 т/га полупрепревшего навоза. Если осенью навоз внести не удалось, то ранней весной под перепашку зяби дают 30–40 т/га перегноя и минеральные удобрения из расчета $N_{90-120}P_{60-90}K_{60-90}$. Первую междурядную обработку посевов хрена сочетают с подкормками минеральными удобрениями. В первую подкормку вносят 40–50 кг/га аммонийной селитры, 75–100 – простого суперфосфата и 40–50 кг/га калийной соли, во вторую подкормку, которую совмещают с окучиванием, дозы удобрений удваивают. Следует иметь в виду, что при одностороннем удобрении азотом урожайность хрена снижается. Нормы минеральных удобрений корректируют в соответствии с данными агрохимического анализа почвы. Корни хрена потребляют большее количество серы, которая требуется для синтеза алколоидов, придающий корням острый вкус. Поэтому при выборе формы удобрений под эту культуру предпочтение следует отдавать серосодержащим удобрениям – сульфату аммония, сернокислому калию, простому суперфосфату.

Кресс-салат

Кресс-салат [клоповник посевной] (*Lepidium sativum* L.) – однолетнее растение семейства крестоцветных. Существует три вида кресс-салата: ранний, с расчлененными листьями, среднеранний с цельными и широкими долями листьев и кудрявый. По скороспелости кресс-салат опережает все другие виды зеленных овощных культур. В пищу используются листья розетки и нижние стеблевые листья вместе с молодым стеблем. В листьях кресс-салата содержатся аскорбиновая кислота, каротин, рутин, а также витамины группы В. Они богаты железом, солями калия, кальция и фосфора, содержат йод и другие минеральные вещества, необходимые человеку. Является пряным, острым, возбуждающим аппетит растением.

Распространение. Кресс-салат одно из наиболее скороспелых зеленных культур. Распространен в ряде стран Западной Европы, Америки, Ближнего Востока. В Российской Федерации он широко возделывается на Северном Кавказе и редко встречается в других районах. По пищевым особенностям и нетребовательности к условиям выращивания кресс-салат заслуживает большего распространения, в том числе в Северо-Западной зоне.

Требования к почве. Кресс-салат выращивают на любых огородных почвах, но лучше растет на легких по гранулометрическому

составу увлажненных почвах. При недостатке влаги в почве у растения очень быстро начинается стеблевание, они не образуют хорошей розетки листьев, снижая урожай и улучшая качество зелени.

Место в севообороте. Выращивать кресс-салат можно самостоятельной культурой, в качестве уплотнителя и промежуточной культуры. Рано весной его получают из закрытого грунта: теплиц, парников, пленочных укрытий. Лучшим предшественниками для кресс-салата в овощном севообороте являются огурец, томаты, лук и картофель.

Удобрение. Кресс-салат выращивают на хорошо заправленных органическими удобрениями почвах. В качестве органического удобрения под эту культуру чаще вносят под зяблевую вспашку 30–40 кг/га перепревшего навоза. Под кресс-салат основное минеральное удобрение не вносят. Для получения качественной продукции растения подкармливают азотными удобрениями. Для этих целей чаще используют аммонийную селитру. Ориентировочная норма удобрения N₂₀₋₄₀.

3.11.2. Зонтичные

Морковь

Морковь (*Daucus L.*) – род растений семейства зонтичных. Известно до 60 видов моркови. Наиболее широко распространена морковь культурная (*Daucus sativus* Roehl.[*Daucus*] *carota L.*). Ценная особенность моркови – высокое содержание в ней витаминов, особенно каротина. В 1 кг моркови содержится и от 25 до 250 мг каротина. В корнеплодах моркови содержится 12–15 % сухого вещества и около 9 % углеводов.

Распространение. Морковь культивируется во многих странах Европы, Азии, Америки и Африки. В Российской Федерации возделывается почти повсеместно, скороспелые сорта даже за полярным кругом.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Лучшими для моркови являются почвы, богатые органическим веществом. Она дает высокий урожай на черноземах, окультуренных дерново-подзолистых суглинках и супесчаных почвах. Высокий урожай моркови получают также на осушенных низинах окультуренных торфяниках. Тяжелосуглинистые и глинистые, заплывающие почвы непригодны для возделывания этой культуры. На почвах с pH 5 и ниже морковь растет плохо. Оптимальная реакция почвенной среды (pH) для моркови находится в пределах 6,0–7,0, на низинных торфяниках – 5,0–5,5.

Непременным условием для получения высокого урожая корнеплодов моркови является наличие в почве достаточного количества питательных веществ. На создание 10 т товарной продукции эта культура потребляет 20,8 кг азота, 2,7 – фосфора, 39,3 – калия и 6,3 кг кальция. Требования моркови к минеральному питанию изменяются по фазам вегетации растений. В первый период своего развития она требует повышенного фосфорного питания. Фосфорное голодание моркови в раннем возрасте приводит к нарушению обмена веществ, заметному угнетению проростков и не может быть компенсировано более поздним

снабжением их фосфором. Особенно тяжелые последствия для развития растений могут быть на слабокультуренных, кислых, бедных фосфором почвах при одностороннем азотно-калийном питании.

Растения моркови усиленно начинают потреблять азот в период интенсивного образования надземной вегетативной массы. При недостатке азота у нее задерживается развитие листового аппарата, уменьшается интенсивность фотосинтеза, что сказывается на урожае корнеплодов. Особенно сильный дефицит азота для растений бывает в холодный, дождливый весенне-летний период, когда резко замедляются процессы нитрификации в почве. В этот период морковь потребляет в сутки до 4 кг/га азота. Как показали многолетние исследования А.И. Столярова (1985), при недостатке его в почве нарастание площади листьев идет медленно, они рано желтеют и отмирают. Наоборот, при избытке азота наблюдается интенсивный рост листьев в ущерб корнеплодам. В период максимального роста корнеплода усвоение азота растением уменьшается, а к концу вегетации снова усиливается. Особенно часто избыток азота встречается на торфяных и тяжелых по гранулометрическому составу пойменных почвах. Морковь – калиелюбивая культура. Потребление калия растениями моркови в период вегетации постепенно нарастает. При недостатке этого элемента в почве наблюдается курчавость молодых листьев и краевой опал на старых листьях.

Место в севообороте. Под морковь лучшими предшественниками являются: капуста белокочанная и цветная, ранний картофель, огурцы, томаты, зеленые культуры.

Удобрение. Значительную часть питательных веществ растения моркови используют из почвенных запасов. Имея глубокую проникающую корневую систему, она лучше, чем другие культуры, способна усваивать фосфор и калий из труднорастворимых соединений почвы. Для расчета нормы удобрений под планируемый урожай корнеплодов моркови необходимо пользоваться коэффициентом использования фосфора и калия из почвы и из удобрений, данными выноса элементов питания на единицу продукции. Безусловно, что прежде всего необходимо учесть и содержание доступных форм элементов питания в почве, используя для этих целей данные агрохимических картограмм. Коэффициенты использования фосфора растениями моркови из удобрений составляют 15 %, из почвы – до 5 %, а калия – соответственно 67 % и 20 %. Морковь следует возделывать по последствию органических удобрений. Внесение свежего навоза непосредственно под эту культуру задерживает формирование и созревание урожая, ухудшает качество корнеплодов – получаются плохие на вкус, уродливые и разветвленные корнеплоды бледно-желтой окраски. Фосфорные удобрения под морковь обязательны на всех почвах, так как они способствуют сохранению правильной формы корнеплодов, обеспечивают их высокий выход. При содержании подвижного фосфора более 25 мг по Кирсанову и более 15 мг по Чирикову на 100 г почвы можно ограничиться внесением под эту культуру малых доз гранулированного су-

перфосфата (P_{10}) в рядки при посеве. Одностороннее обильное питание азотом и калием на фоне низкого содержания подвижного фосфора в почве угнетает молодые растения, способствует повреждению первичного корешка, что приводит к резкому увеличению нестандартных, уродливых корнеплодов. Норма минеральных удобрений на черноземах Кубани под морковь составляет N_{60-90} , P_{60-120} , K_{60-90} . Две трети фосфорно-калийных удобрений под морковь необходимо вносят осенью под зяблевую вспашку, остальные – весной. Дополнительное питание растений в период вегетации моркови обеспечивают подкормками. В течение вегетации растений по мере необходимости проводят две подкормки: первая – через две–три недели после всходов; вторая – через три–четыре недели после первой. Лучшие формы удобрений под морковь – аммонийная селитра, гранулированный суперфосфат и калимагнезия (на легких почвах), а также хлористый калий.

Морковь положительно реагирует и на внесение борных и цинковых микроудобрений. Их вносят из расчета 1-2 кг/га д. в. под предпосевную обработку почвы.

Пастернак

Пастернак (*Pastinaca L.*) – род растений семейства зонтичных. Известно 15 видов, в культуре один вид – пастернак посевной (*Pastinaca sativa L.*) – двухлетнее растение.

По содержанию легкоусвояемых углеводов пастернак занимает одно из первых мест среди корнеплодных растений. В нем содержатся витамины, белки, сахара и другие полезные вещества: до 30 мг витамина С на 100 г сырой массы; 17–19 % сухих веществ; 8,6–10,5 % сахара; витамины B_1 и B_2 ; эфирные масла – 1,35 %. Кроме того, он накапливает меньше нитратов (50 мг/кг свежей массы), чем другие корнеплодные растения. Эти свойства в сочетании с зимостойкостью корнеплодов пастернака, благодаря которой они могут перезимовывать в поле, обусловили его широкую распространенность.

Распространение. Возделывают пастернак во всех странах Европы, в Азии, Северной и Южной Америке. В Российской Федерации возделываются в зонах консервной промышленности.

Требования к почве. Пастернак хорошо растет в различных климатических условиях, но наивысшие урожаи получают в морском климате и при средних температурах (минимальная температура $4^{\circ}C$, оптимальная – $16-18^{\circ}C$). Для него наиболее пригодны почвы среднего и тяжелого гранулометрического состава, имеющие нейтральную или слабокислую реакцию (рН 5,5–7,0).

Место в севообороте. В севообороте пастернак размещают в одном поле с морковью и другими корнеплодами из семейства зонтичных. Лучшие предшественники – огурец, лук, картофель, капуста.

Удобрение. Пастернак формирование 10 т корнеплодов пастернак использует 16,8 кг азота, 7,3 – фосфора, 34,2 – калия и 5,7 кг кальция. Он

хорошо отзывается на внесение удобрений под предшествующую культуру или осенью, и на внесение суперфосфата или аммофоса в рядки при посеве, а также на подкормку минеральными удобрениями. Навоз вносят под предшествующую культуру или осенью из расчета 30–40 т/га, минеральные удобрения – $N_{60-90} P_{60-90} K_{90-120}$. Оптимальная норма минеральных удобрений на основных почвах юга нашей страны для пастернака составляет $N_{40-60} P_{30-40} K_{60-90}$, перегной 20-30 т/га.

Петрушка

Петрушка (*Petroselinum L.*) – род растений семейства зонтичных. Известно 3 вида, из них в культуре 1 вид – петрушка огородная, или посевная (*Petroselinum sativum L.* или *Petroselinum hortense Hoffm.*) – двулетнее перекрестноопыляющееся растение.

Петрушка богата витамином С, провитамином А (каротином), минеральными солями калия, кальция и фосфора, содержит эфирное масло. В 100 г сырого вещества содержится до 300 мг витамина С и до 20 мг провитамина А. По содержанию калия петрушка занимает одно из первых мест среди овощей, она оказывает благотворное действие при заболеваниях почек и мочевого пузыря. В пищу используют корнеплоды и листья петрушки в виде гарниров, приправ, их добавляют к овощам при тушении и приготовлении всевозможных консервов и заправок.

Распространение. Родина петрушки – Средиземноморье. Культивируется в большинстве стран мира. В культуре известно две разновидности: петрушка корневая (*P. hortense var. tuberosum [Bernh.] Tell.*), петрушка листовая (*P. hortense var. foliosum [Alef.] Tell.*). В Российской Федерации возделывают преимущественно петрушку корневую, у которой используются и корнеплоды и листья.

Требования к почве. Лучшими почвами для петрушки являются супесчаные и легкосуглинистые по гранулометрические почвы с глубоким пахотным слоем.

Место в севообороте. Петрушка не переносит повторные посевы как по петрушке, так и по другим культурам из семейства зонтичных, возврат на прежнее место возможен не менее чем через четыре года. Лучшие предшественниками в овощном севообороте – капуста, картофель, огурцы, томаты и зеленые культуры.

Удобрение. По своим биологическим особенностям петрушка близка к столовой моркови. На формирование 10 т товарной продукции петрушка корневая расходует 41,6 кг азота, 9,5 – фосфора, 34,0 калия и 24,5 калия.

Петрушка отзывчива на внесение органических удобрений. В овощном севообороте после внесения в почву навоза петрушка идет второй культурой. Если предшественник не удобряли, то осенью или под весеннюю вспашку вносят 30–40 т/га перегноя или торфоминерального компоста и полное минеральное удобрение. Под корневую петрушку вносить свежий навоз не рекомендуется, чтобы не вызвать ветвления корнеплодов. Для листовых сортов петрушки требуется

больше азота, они хорошо отзываются на непосредственное внесение органических удобрений. Оптимальная норма удобрений: N_{60–90}, P_{90–120}, K_{60–90}; 2/3 фосфорного удобрения вносится до посева под основную обработку почвы, оставшаяся часть – в рядки при посеве. Под предпосевную обработку почвы вносится половина норм азотных и калийных удобрений, оставшаяся половина – в подкормках. Первую подкормку петрушки проводят в период образования растениями 2–3 настоящих листьев, вторую – через 20–25 дней. Для растений поздних сроков уборки полезно дать еще одну калийную подкормку.

Сельдерей

Сельдерей (*Apium L.*) – род однолетних, двулетних или многолетних растений семейства зонтичных. Известно около 20 видов; культивируется сельдерей пахучий (*A. graveolens L.*). Имеются 3 разновидности: сельдерей листовой [срывной] (*A. graveolens var. secalinum Alef.*), сельдерей корневой [корнеплодный] (*A. graveolens var. rapaceum DC.*) и сельдерей черешковый (*A. graveolens var. dulce Pres.*).

Листья сельдерея богаты аскорбиновой кислотой (до 108 мг/100 г сырого вещества) и каротином (10–12 мг/100 г сырого вещества). В корнеплодах содержится 4,3 % сахаров, а также соли калия и фосфора. Во всех частях растения содержатся витамины: тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота и эфирные масла. Листья корневых и корнеплодных сортов, черешки листьев черешковых сортов и корнеплоды корнеплодных сортов используют в кулинарии и консервной промышленности, эфирные масла – в фармацевтической промышленности.

Распространение. Возделывают сельдерей во всех странах Западной Европы, в Азии, Южной Австралии. В Российской Федерации возводят главным образом, вокруг больших городов в Европейской части.

Требования к почве. Сельдерей особенно хорошо растет на суглинистых окультуренных почвах, обеспеченных влагой (лугово-болотные или торфяные почвы притеррасной поймы, осушенные низинные торфяники, лугово-черноземные). Страдает от повышенной кислотности почв и требует нейтральной реакции среды (оптимальная pH 6,6–7,0).

Место в севообороте. Сельдерей можно возделывать как по другим зонтичным, так и в повторных посевах только через 4–5 лет. Хорошими предшественниками для этой культуры в открытом грунте являются капуста, огурец, томат, ранний картофель.

Удобрение. Сельдерей предъявляет высокие требования к наличию в почве как макро- так и микроэлементов. На формирование 10 т товарной продукции эта культура расходует 20,8 кг азота, 2,7 – фосфора, 39,3 – калия, 6,3 кг кальция, т.е. очень высока потребность у сельдерея в азоте и калии. Азот способствует ускоренному формированию листовой розетки, фосфор ускоряет созревание растений и улучшает качество продукции, калий стимулирует накопление сахаров и крахмала, а также повышает устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Как галофит, сельдерей слабо чувствителен к хлору, содержащемуся в калийных удобрениях. Примерная норма удобрений на черноземах Кубани под сельдерей: $N_{40-60}P_{30-50}K_{40-90}$, перегной 30–40 т/га. Органические и фосфорные удобрения вносят под основную обработку почвы, калийные – перед посевом. Поскольку потребление больших количеств азота для роста листьев на очень ранних этапах их формирования может привести к повышению содержания нитратов в корнеплодах, азотные удобрения вносят в 2–3 приема. Перед посевом вносят половину расчетной нормы. Оставшаяся часть – в подкормках: в начале июля и в середине августа.

На почвах со слабощелочной и щелочной реакцией в период возможной засухи в июле растения сельдерея могут испытывать недостаток бора (коричневый цвет сердечка). Снижение содержания этого элемента менее 1 мг/кг почвы является критическим. Первый симптом борной недостаточности у сельдерея – появление коричневых пятен в тканях корнеплода. Позднее в нем образуются пустоты, на самых молодых листьях появляются желтые пятна, середина листа отмирает, на черешках образуются поперечные трещины, разрывается конус нарастания корнеплода. Для профилактики вносят борные удобрения (из расчета до 2–3 кг/га по д. в.). При остром недостатке бора проводят некорневую подкормку растений 0,5 % водным раствором микроэлемента при норме расхода рабочего раствора 400 л/га.

Укроп

Укроп (*Anethum L.*) – род растений семейства зонтичных. Известно 3 вида; наиболее распространен укроп пахнущий (*Anethum graveolens L.*).

Укроп – однолетнее скороспелое, пряное зеленое растение с мощным стержневым корнем. В пищу используют молодые листья и стебли. Пищевые качества укропа определяются высоким содержанием фолиевой кислоты, витаминов С, В, В₂, РР, Р, провитамина А, а также солей калия, кальция фосфора и железа в легкоусваиваемой форме.

Распространение. Укроп в диком виде встречается на юге Европы, в Египте и Эфиопии; в культуре – в Европе, Америке, Азии. В Российской Федерации укроп широко распространенная культура. Семеноводством укропа занимаются в Центрально-Черноземной зоне и на Северном Кавказе.

Требования к почве. Укроп – культура сравнительно малотребовательная к плодородию почвы. Хорошо растет на среднекультуренных дерново-подзолистых и пойменных землях. Наиболее высокие урожаи он дает на черноземных и наносных аллювиальных почвах.

Место в севообороте. Укроп выращивают как самостоятельную культуру и как уплотнитель в открытом и защищенном грунте. В открытом грунте высевают в течение всего лета. Размещают в овощном севообороте и на припарниковых участках. Лучшие предшественники: огурец, картофель, томат, капуста, бобовые культуры. Повторные посевы как по укропу, так и по другим зонтичным можно проводить не раньше чем через 4–5 лет.

Удобрение. Укроп выносит с урожаем небольшое количество элементов питания. Ориентировочные нормы удобрений: навоз – 30–40 т/га, N_{60–80}P_{40–60}K_{60–90}. Одну треть азотно-калийных удобрений целесообразно давать в подкормку. При выращивании укропа на раннюю зелень весной полезно провести азотную подкормку, а для получения укропа на засолку желательнее дополнительно усилить фосфорно-калийное питание растений.

3.11.3. Маревые

Свекла столовая

Свекла (*Beta L.*) – род однолетних, двулетних и многолетних растений семейства маревых. В роде 13 видов: 11 диких, 2 культурных. Культурные виды – двулетние: свекла листовая или мангольд (*Beta cicla*) и свекла обыкновенная корнеплодная (*Beta vulgaris*), включающая 3 разновидности (свекла сахарная, свекла кормовая, свекла столовая).

Свекла столовая [красная, овощная] (*Beta vulgaris var. conditiva Alef.*), в первый год жизни образует корнеплод массой 0,5–1,0 кг шаровидно-уплотненной, шаровидно-овальной или уплощенной формы, имеющий темно-красную, бордовую, красно-фиолетовую мякоть и розетку зеленых с красными жилками или красных листьев. В пищу используют корнеплод (содержит 13–20 % сухих веществ, в т. ч. 9–16 % сахара, 1,8–3,0 % белка, 0,3–0,5 % органических кислот, 0,7–1,4 % клетчатки, 0,8–1,3 % минеральных солей, витамины В, С, Р, РР).

Распространение. Свекла столовая культивируется в большинстве стран мира. В Российской Федерации ее возделывают во всех земледельческих зонах.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Свекла столовая лучше всего растет на окультуренных дерново-подзолистых и пойменных почвах. На низинных торфяниках с близким залеганием грунтовых вод растет плохо. Оптимальная реакция почвенной среды для свеклы нейтральная или слабощелочная (рН 6,2–7,5), поэтому кислые почвы необходимо известковать.

Одним из основных условий получения высококачественного урожая стандартных корнеплодов является обеспечение ее питательными веществами в течение всего периода вегетации растений. Для получения урожая корнеплодов 400–500 ц/га растения свеклы используют из почвы 30–45 кг фосфора, 100–130 – азота, 210–260 – калия и 70–90 кг кальция.

Требования столовой свеклы к условиям минерального питания неодинаковы по фазам вегетации растений. В первую половину развития растения свеклы больше всего нуждаются в азоте, а в конце вегетации в калии. Азот способствует быстрому росту растений, вызывает появление новых листьев. Недостаток этого элемента ограничивает рост растений, существенно снижает урожай. Избыточное поступление азота в растения во второй половине вегетации приводит к чрезмерному росту листьев в ущерб урожаю корнеплодов. Поэтому азотная подкормка свеклы в поздние сроки нецелесообразна. Калий необходим для

фотосинтеза, усиливает ростовые процессы и развитие корнеплодов. При недостатке этого элемента листья преждевременно желтеют, а корнеплоды вянут. Необходимость потребления фосфора растениями свеклы начинается с момента формирования корневой системы и продолжается в течение всего вегетационного периода. Недостаток фосфорного питания приостанавливает рост растений и задерживает формирование корнеплодов, так как наряду с азотом и серой фосфор необходим для образования белков.

Место в севообороте. В овощном севообороте свеклу столовую размещают по хорошо удобренным предшественникам: капусте, огурцом, томатом, картофелю. Эта культура выносит из почвы от 2,5 до 3,5 ц/га хлора и поэтому является хорошим предшественником для картофеля, который на почвах, содержащих избыток хлора, формирует клубни с низкими вкусовыми качествами.

Удобрение. Столовая свекла отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений. Под эту культуру можно использовать любые органические удобрения. Их внесение под свеклу, почти повсеместно, повышают урожай. Если под предшествующую культуру навоз не был внесен, то необходимо внести 20–50 т/га перегноя под зяблевую вспашку. Сидераты в сочетании с минеральными удобрениями также обеспечивают высокие урожаи свеклы, не уступающие иногда урожаю по навозу. Потребность в минеральных удобрениях зависит от плодородия почвы в хозяйстве и от способов их внесения.

Свекла столовая хорошо отзывается на азотные удобрения, даже на торфяных почвах, богатых азотом. У свеклы хорошо развита вегетативная масса, поэтому недостаток этого элемента резко снижает урожайность корнеплодов.

Свекла требует большого количества калия, который способствует оттоку пластических веществ из листьев в корнеплоды, ускоряет созревание корнеплодов и повышает его качество. Особенно большое количество калия эта культура потребляет на пойменных и торфяных почвах, поэтому здесь необходимы высокие нормы калийных удобрений. На черноземных и каштановых почвах, при высокой насыщенности почвенного поглощающего комплекса натрием, эффективность калийных удобрений снижается, так как свекла может использовать вместо калия натрий. Свекла столовая хорошо отзывается на натрийсодержащие удобрения, под нее можно вносить сырые калийные соли без ущерба для качества корнеплодов.

На черноземных и каштановых почвах свекла столовая положительно реагирует на фосфор, часто этот элемент находится в первом минимуме и повышает урожай корнеплодов.

Лучшими нормами минеральных удобрений под свеклу столовую (на почвах, среднеобеспеченных питательными элементами) являются: на дерново-подзолистых почвах $N_{120-180} P_{60-90} K_{120-150}$, на пойменных – $N_{120-180} P_{30-60} K_{120-180}$, на низинных торфяных $N_{0-60} P_{60-90} K_{180-240}$. Примерная норма удобрений на черноземах Кубани под свеклу столовую составляет N_{60-}

$^{100}\text{P}_{60-100}\text{K}_{60-90}$. Под зяблевую вспашку вносят обычно $2/3$ нормы фосфорных и калийных удобрений, под весеннюю обработку почвы и в подкормки остальное количество, в том числе и азотные.

При посеве свеклы столовой целесообразно заделывать в рядки 0,5 ц/га гранулированного суперфосфата или 1 ц/га нитрофоски. Это увеличивает полевую всхожесть семян, усиливает рост растений в начальный период и повышает выход пучкового товара.

Подкормку посевов свеклы столовой при недостаточной заправке почв удобрениями проводят через 2–3 недели после всходов [в возрасте 3–4-го настоящего листа] (азотно-фосфорная) и в период начала роста корнеплодов [когда его диаметр достигает 2,5 см] (азотно-калийная). При появлении признаков калийного голодания (бурая кайма на нижних листьях) с поливной водой вносят 0,5–1 ц/га калийных удобрений. Из минеральных удобрений под свеклу лучше всего использовать мочевины, натриевую селитру, простой и двойной суперфосфат, калийную соль, на легких почвах – калимагнезию.

На пойменных и известкованных дерново-подзолистых почвах свекла столовая часто болеет гнилью сердечка (дуплистость) из-за недостатка бора, поэтому рекомендуется применять под нее 5–7 кг/га д. в. борного удобрения.

Свекла чувствительна к кислой реакции почвы. Она сильно отзывается на известкование.

Шпинат

Шпинат (*Spinacia L.*) род травянистых двудомных одно- или двулетних растений семейства маревых. Известно 3 вида, в культуре шпинат огородный (*Spinacia oleraceae L.*).

Шпинат – скороспелая и очень ценная по питательным достоинствам овощная культура. В пищу употребляют розеточные листья до появления цветочного побега. Листья шпината – настоящая кладовая витаминов. В них содержатся витамины С (аскорбиновая кислота), В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₃ (пантотеновая кислота), В₆ (пиридоксин), Е (токоферол), Д₂, фолиевая кислота, РР (никотиновая кислота), Р (рутин), К, провитамин А (каротин). Этих витаминов в шпинате значительно больше, чем в других овощных культурах. Шпинат очень богат белком, солями железа, фосфора и кальция. Хлорофилл, содержащийся в шпинате, по химическому составу близок к гемоглобину крови. Благодаря содержанию в листьях секретина, шпинат благотворно действует на деятельность желудка. Кроме того, он содержит фолиевую кислоту, которая вместе с солями железа оказывает эффективное действие при малокровии.

Распространение. Шпинат родом из Ирана. В культуре распространен в странах умеренного климата. В Российской Федерации культивируется в Европейской части вблизи городов и на Северном Кавказе.

Требования к почве. Корневая система у шпината слабо развитая и располагается на глубине 20–25 см. Поэтому эта культура хоро-

шо растет только на богатых органическим веществом, плодородных, обеспеченных влагой не кислых почвах. На сильно кислых почвах растения гибнут. В то же время на карбонатных, а также известкованных почвах шпинат может страдать от недостатка железа.

Место в севообороте. В севообороте шпинат размещают на высокоплодородных участках после культур, под которые вносили органические удобрения. Лучшие предшественники: картофель, томаты, капуста огурцы. При выборе предшественника важно выдержать определенный промежуток времени: при возделывании шпината по шпинату или при наличии в севообороте сахарной свеклы и других маревых возможно заражение свекольной нематодой и желтухой свеклы. Не рекомендуется размещать посеы шпината и по картофелю из-за возможности поражения нематодой.

Удобрение. При коротком вегетационном периоде – 65–70 дней и урожайности 250 ц/га шпинат потребляет 73 кг азота, 36 – фосфора и 105 кг калия. По уровню потребления питательных веществ за сутки шпинат намного превосходит поздние овощные культуры. Поэтому в почве должно быть достаточное количество азота, фосфора и калия, в усвояемой растениями форме, а из микроэлементов должен присутствовать бор. Содержание азота в корнеобитаемом слое почвы должно соответствовать требуемым нормам прироста и допустимому содержанию нитратов в продукции (рис. 5; Круг Г., 2000).

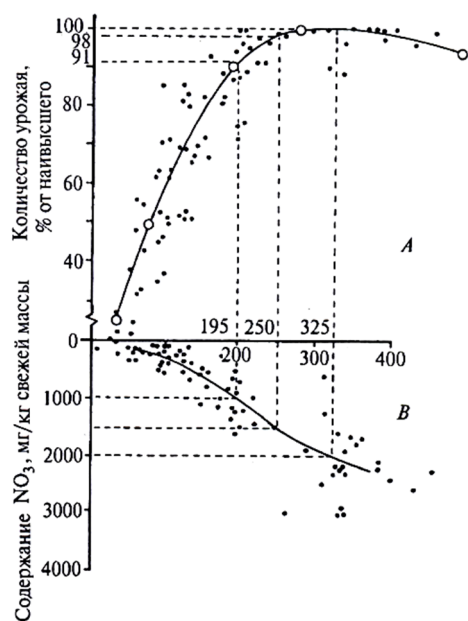


Рис. 5. Влияние обеспечения азотом растений шпината на урожай и содержание нитратов

Высокий прирост листовой массы можно обеспечить внесением N_{200–250}. Содержание нитратов в продукции при таких нормах может составлять 3000 мг/кг, тогда как предельно допустимая концентрация составляет 2000 мг/кг. Так как нельзя допустить превышения содержания нитратов ПДК, нормы внесения азота следует уменьшить с 200–

250 до 100–150 кг/га. При этом максимально возможный урожай снижается на 40 %. Содержание нитратов в определенной степени можно регулировать не только изменением норм, но сроков внесения. На почвах с высокой сорбционной способностью азот можно вносить всей нормой за неделю до посева. При использовании почв с низкой сорбционной способностью следует учитывать, что шпинат в фазе всходов солечувствителен, поэтому перед посевом азот вносят не больше 100 кг/га, а оставшуюся часть – в фазе третьего настоящего места. Дробное применение азотных удобрений способствует повышению содержания нитратов в урожае, особенно когда часть из них вносят непосредственно перед уборкой для придания растениям темно-зеленого цвета. При зимнем возделывании 30 % азота вносят осенью, остаток – весной при отрастании. При потреблении шпината необходимо помнить, что нитраты накапливаются преимущественно в сосудистых пучках, поэтому их больше всего в стеблях и листовых черешках. Нитраты как таковые не оказывают непосредственного воздействия на человека и животных. Вредоносность проявляется при бактериальном восстановлении нитратов во время транспортировки или хранения в свежем либо переработанном виде. Опасность заключается в том, что при восстановлении нитратов до аминов или амидов образуются канцерогенные нитрозоамины и нитрозоамиды.

Фосфорные удобрения вносят осенью под основную обработку почвы, а калийные туки предпочтительнее вносить весной в хлоридной форме под предпосевную обработку. Нормы минеральных удобрений под шпинат необходимо дифференцировать в зависимости от окультуренности почвы и ее обеспеченности элементами питания. На дерново-подзолистых почвах вносят удобрения из расчета $N_{90-120} P_{40-60} K_{90-120}$; на черноземах – $N_{60-120} P_{60-80} K_{60-90}$, на пойменных землях – $N_{60-120} P_{40-60} K_{120-150}$. Учитывая короткий период вегетации этой культуры и ее склонность к накоплению нитратов, проводят лишь ограниченное число подкормок – один, редко два раза. Подкормки обычно проводят азотно-калийными удобрениями. Подкармливают, как правило, озимые посадки шпината. Этот агроприем выполняют один раз рано весной, сразу после схода снега.

3.11.4. Гречишные

Ревень

Ревень (*Rheum L.*) – род растений семейства гречишных. Известно около 50 видов. В культуре наиболее распространены 3 вида: ревень волнистый (*R. undulatum L.*), ревень компактный, или ревень плотный (*R. compactum L.*) и ревень черноморский, или ревень черенковый (*R. rhaponticum L.*).

Ревень – многолетнее овощное растение; растет на одном месте до 15 лет. В пищу используют черешки, в которых содержатся ценные органические кислоты – яблочная и лимонная (1,58–2,60 %), витамины С, Р, минеральные соли калия, фосфора, магния.

Распространение. Родина ревеня – Юго-Восточная Азия, Северная Монголия, Северный Китай, Алтай, Сибирь. В Российской Федерации ревеня культивируется повсеместно.

Требования к почве. Плантацию ревеня закладывают на длительный срок (10–15 лет). Чтобы обеспечить хороший рост растений, выбирают участки с суглинистой или глинистой почвой. На супесчаных, и особенно на песчаных, почвах ревеня растет плохо, плантация быстро стареет, и ее приходится обновлять уже на пятый – седьмой год. Оптимальный уровень грунтовых вод – 1–1,5 м. В северных районах выбирают участки, защищенные от ветра, открытые с южной стороны для лучшего прогревания почвы. Ревеня может хорошо расти на кислых почвах при pH 4,5–5,0. Оптимальное значение pH для него 6,5–7,0.

Ревеня выносит из почвы в годы высокой урожайности 230–250 кг азота, 80–100 – фосфора и 200–230 кг/га калия. Большая часть элементов питания выносится в первой половине вегетации.

Место в севообороте. Ревеня как культура, возделываемая длительное время на одном месте, не предъявляет особых требований к севообороту, но из-за возможности заражения красной гнилью корней его не стоит выращивать после люцерны. Под ревеня следует избегать участков, зараженных нематодой. На прежнем месте его возделывают не раньше чем через пять лет. Со второго года жизни ревеня хорошо подавляет сорняки, поэтому его используют как первую культуру после распашки лугов. Лучшие предшественниками ревеня – культуры, выращиваемые на зеленый корм и ранобураемые пропашные. Поле должно быть чистым от многолетних сорняков, особенно осота и пырея.

Удобрение. Ревеня чрезвычайно отзывчива на минеральные и органические удобрения, так как растения развивают очень большую вегетативную массу. Навоз вносят под зяблевую вспашку из расчета 80–100 т/га; минеральные удобрения – в норме $N_{90-150}P_{80-100}K_{150-250}$ в зависимости от содержания в почве питательных веществ. Вся норма фосфорных, 1/3 азотных и калийных удобрений вносятся перед посевом, а оставшаяся часть – в подкормки. Подкормку дают весной – по отрастающим листьям, вторую через две недели, третью – осенью после последнего сбора черешков. Раз в три года в междурядья вносят весной 20–30 т/га навоза или компоста и заделывают культиватором на глубину до 15 см.

Щавель

Щавель (*Rumex L.*) – род многолетних и однолетних растений семейства гречишных. Известно около 150 видов. В Российской Федерации выращивают 2 вида: щавель обыкновенный, или кислый (*R. acetosa L.*) и щавель шпинатolistный, или щавель шпинатный [«английский салат»] (*R. patientia L.*).

В пищу у щавеля используют молодые листья, из которых варят свежие щи или консервируют. Специфический кислый вкус щавеля объясняется наличием в нем щавелевой, яблочной, лимонной, янтарной и салициловой кислот. Щавель одна из первых весенних культур в

большинстве районов нашей страны. В листьях щавеля содержатся витамины С, А, В, В₂, РР, соли калия и железа.

Распространение. Щавель распространенная в Европе, Азии, Австралии, Америке овощная культура. Культивируется повсеместно в нашей стране.

Требования к почве. Щавель хорошо растет на почвах разного генетического происхождения, легко- и среднесуглинистых, не песчаных по гранулометрическому составу, богатых органическим веществом; не требователен к реакции почвенного раствора. Для него одинаково подходят как кислые почвы с рН 4,5–5,5, так и нейтральные. На создание 10 т урожая щавель потребляет 45 кг азота, 15–20 – фосфора и 45–55 кг калия.

Место в севообороте. Щавель – многолетнее травянистое растение. Живет до 8-10 лет, на продовольственные цели его выращивают 1,5–2 года, на семена – до 4–5 лет. Для щавеля обычно выделяют участки вне севооборота, при двухлетней культуре возможно его включение в овощной севооборот. Участок для щавеля должен быть выровненным, чистым от многолетних сорняков, иметь окультуренную плодородную почву и хорошо проницаемую подпочву. Непригодны для щавеля участки с близким расположением грунтовых вод. Лучший предшественник для щавеля – многолетние травы. При краткосрочном использовании посевов щавель включают в специализированные севообороты, где в качестве предшественников могут быть любые овощные скороспелые культуры, убираемые в середине лета.

Удобрение. Плантации щавеля закладывают на 3–4 года. Мало-гумусные почвы удобряют навозом из расчета 40–50 т/га и вносят минеральные удобрения из расчета N₉₀₋₁₂₀ P₆₀₋₈₀ K₆₀₋₉₀. Весной после каждого сбора растения подкармливают азотными удобрениями (N₃₀₋₄₅). Для лучшей перезимовки осенью целесообразно подкормить щавель фосфорно-калийными удобрениями (P₃₀K₃₀).

3.11.5. Сложноцветные

Артишок

Артишок (*Cynara L.*) – род многолетних травянистых перекрестноопыляющихся растений семейства сложноцветных. Известно 11 видов; в культуре 2 вида: артишок испанский [кардон] (*Cynara cardunculus L.*) и артишок настоящий [колючий] (*Cynara scolymus L.*).

Артишок выращивают для получения соцветий – корзинок. В пищу используют мясистое цветоложе и сочные концы наружных чешуй обертки соцветий. Эти части растений, употребляемые в вареном или консервированном виде, – ценный пищевой и диетический продукт. В соцветиях артишока содержится 0,4 мг % каротина, 0,15 – витамина В₁; 0,005 – В₂; 11 мг % С; 0,1 г жира; 2,0 – белка и 7,5 г углеводов на 100 г сырой массы.

Распространение. Артишок широко распространенная культура в странах Средиземноморья и на Канарских островах. В Российской Федерации возделывают главным образом в Краснодарском крае.

Требования к почве. Артишок может произрастать и давать высокий урожай на различных почвенных разностях. Весьма благо-

приятны для него черноземные и наносные аллювиальные почвы. Оптимальная реакция почвенного раствора ($pH_{\text{сол.}}$) составляет 6,5–7,5. Тяжелоглинистые и песчаные почвы малопригодны для этой культуры.

Место в севообороте. Артишок во избежание распространения болезней и вредителей не рекомендуется возделывать в монокультуре. Лучшие предшественники: растения семейств крестоцветных, пасленовых, линейных и бобовых.

Удобрение. Артишоки лучше всего растут на суглинистой почве. Пахотный слой почвы должен иметь толщину не менее 20–25 см. С осени под вспашку вносят 80–100 т/га навоза. Минеральные удобрения применяют из расчета $N_{100-140}P_{90-120}K_{80-180}$. Осенью под зяблевую вспашку вносят 75 % фосфорно-калийных удобрений, а перед посевом всю норму азотных удобрений и остальную часть фосфорно-калийных. При необходимости через две недели после посадки растения подкармливают минеральными удобрениями. Ориентировочные дозы $N_{30-40}P_{40-50}K_{30-40}$.

Салат

Салат [салат латук, латук-салат] (*Lactuca sativa L.*) – однолетнее растение семейства сложноцветных. Различают три разновидности салата: листовый, кочанный и ромэн. Листовой салат образует розетку листьев, которая и используется в пищу; кочанный и ромэн – на первых этапах формируют розетку листьев, а затем – кочан. На Кубани известны листовые и кочанные сорта.

Салат ценен для питания человека как источник многих витаминов. В листьях салата имеются витамины С (аскорбиновая кислота), В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), Е (токоферол), К (филлохинон), РР (никотиновая кислота), фолиевая кислота, каротин (провитамин А). По количеству витаминов Е и К салат занимает первое место среди других овощей. Листья салата содержат сахар, белки, ферменты, органические кислоты (яблочную, лимонную, щавелевую, янтарную), минеральные вещества и микроэлементы (медь, йод, марганец, молибден, кобальт, цинк, бор). Употребление салата в свежем виде позволяет полностью использовать имеющиеся в нем витамины и другие ценные вещества. Салат содержит горький млечный сок – лактукарий, который, действуя успокаивающе на нервную систему, улучшает сон и снижает повышенное кровяное давление.

Распространение. В культуре салат распространен почти на всем земном шаре; в Российской Федерации – повсеместно.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Для салата наиболее пригодны суглинистые и супесчаные почвы среднего гранулометрического состава; тяжелые и склонные к заплыванию почвы менее благоприятны. Салат очень плохо переносит даже небольшую кислотность почв и физиологически кислые удобрения; для него оптимальная pH 6,8–7,2. Он очень чувствителен к повышенной концентрации солей: уже при содержании солей 0,3–0,4 % (200 мг КСl/100 г почвы) можно ожидать повреждений. Поэтому салат является хорошим тест-объектом на повышенную концентрацию солей в почве.

Салат – скороспелая, интенсивная культура, потребляющая сравнительно большое количество питательных веществ за короткий вегетационный период. За сутки салат, потребляет в 1,5–2 раз больше элементов пищи, чем капуста или свекла.

Место в севообороте. Лучшие предшественники салата – овощи, под которые применяли органические удобрения. Культуры, возделываемые перед салатом, не должны иссушать почву, поэтому предприятия, не имеющие систем орошения, не возделывают салат, поскольку последний уже в фазе рассады чувствителен к влажности почвы. Салат неплохо переносит повторные посевы, но лучше размещать его на прежнем месте не раньше чем через год, чтобы избежать массового распространения передающихся через почву болезней и вредителей.

Удобрение. На создание 10 т продукции растение салата расходует 22 кг азота, 10 – фосфора и 44 кг калия. Для удовлетворения потребности в элементах питания применяют удобрения. Салат хорошо реагирует на азотные удобрения, особенно на почвах, обеспеченных другими питательными веществами. Однако избыток азота на бедных слабокультуренных почвах может вызвать угнетение растений, а у кочанного салата – рыхлость кочанов. Азотные подкормки салата лучше проводить в начале интенсивного роста растений и прекращать не позднее чем за месяц до уборки урожая. При запоздалых подкормках имеет место накопление нитратов в товарной части продукции. По нормативу Всемирной организации здравоохранения допустимая суточная доза нитратов для человека – 5 мг/кг его массы. Допустимые Минздравом Российской Федерации уровни нитратов в зеленых овощах – до 2000 мг/кг зеленой массы.

Из-за слабого развития корневой системы салат плохо использует почвенный фосфор и нуждается во внесении фосфорных удобрений, даже на хорошо обеспеченных подвижным фосфором почвах. При посеве салата рядковое удобрение гранулированным суперфосфатом значительно повышает всхожесть семян и способствует наилучшему развитию корневой системы. При недостатке фосфора рост салата слабый, растение приобретает темную окраску.

В ряде регионов отмечена магниевая недостаточность при выращивании салата. Недостаток этого элемента обнаруживается в виде сильного хлороза, который проявляется между краями листьев. Для устранения магниевой недостаточности перед посевной вносят магниевые удобрения из расчета Mg₁₀₋₁₅.

Высоко отзывается салат на микроудобрения. Их внесение способствует росту урожая и улучшает качество салата.

Эстрагон

Эстрагон [тархун] (*Artemisia dracunculus* L.) – многолетнее пряновкусовое растение рода полынь семейства сложноцветных. В пищу используют листья и молодые побеги эстрагона с сильным пряным запахом и острым вкусом. Их употребляют в сыром виде как салат, как пряную приправу к мясным блюдам и соусам, а также как специи для солки и ма-

ринования огурцов, томатов. В 100 г сырой массы листьев эстрагона содержится 70 мг аскорбиновой кислоты, 6,8 каротина, 170 мг рутина.

Распространение. Родина эстрагона Монголия и юг Сибири. Распространён в Малой и Средней Азии, на западе Северной Америки. Культивируют в Иране, Индии, США, Бразилии, Цейлоне, Великобритании, Германии, Болгарии. В нашей стране овощные формы эстрагона культивируют на Северном Кавказе, где его называют тархун.

Требования к почве. Эстрагон лучше растет на плодородных почвах легкого гранулометрического состава. Для него не подходят тяжелосуглинистые и глинистые почвы.

Место в севообороте. Эстрагон на одном месте выращивают 10–15 лет. Плантации эстрагоны закладывают на чистых от сорняков высокоплодородных почвах.

Удобрение. При возделывании эстрагона следует избегать избыточного внесения азотных удобрений: это может снизить содержание эфирных масел в растениях. Вкусовые качества его улучшают фосфорные и калийные удобрения.

Участок под эстрагон готовят осенью перед закладкой плантации: вносят 40–50 т/га перепревшего навоза и производят глубокую зяблевую вспашку. Через каждый год выращивания в междурядья вносят перегной из расчета 20–30 т/га и заделывают культиваторами. Минеральные удобрения вносят перед посевом из расчета $N_{50-70}P_{70-90}K_{40-70}$. Подкормку проводят во второй и последующие годы ранней весной минеральными удобрениями: $N_{40-60}P_{50-90}K_{40-50}$.

Спаржа

Спаржа [аспарагус] (*Asparagus L.*) – род многолетних корневищных двудольных растений семейства лилейных подсемейства спаржевых. Известно до 150 видов (травы, полукустарники лианы). Наибольшее хозяйственное значение имеет спаржа аптечная (*A. officinalis L.*), которую в начале культивировали как лекарственное растение, а затем стали возделывать повсеместно как овощное (разновидность *var. altilis L.*).

В пищу у спаржи употребляются молодые, нежные этиолированные (белые) подземные или зеленые надземные побеги, развивающиеся из почек на корневищах. В ее побегах содержится провитамин А, витамины В₁, В₂, С, РР, минеральные соли кальция, железа, фосфора, а также белковые вещества и аспарагин.

Распространение. Спаржа в диком виде распространена в Западной Европе, Средиземноморье, на Балканах, в Российской Федерации – в Европейской части и в Западной Сибири. Культивируются в западной Европе, Индии, Японии, Алжире, Египте и на Украине. В нашей стране она распространена не так широко, хотя почвенные и климатические условия, например, Нечерноземной зоны позволяют получить хороший урожай этой культуры. Небольшие площади спаржи занимает в центральных и южных районах Европейской части и на Северном Кавказе.

Требования к почве. Лучшими для спаржи являются легкие, по гранулометрическому составу богатые органическим веществом, хорошо обогреваемые солнцем, почвы с глубоким пахотным слоем. Хорошо размещать спаржу на пойменных почвах со сравнительно высоким стоянием грунтовых вод. Реакция почвенного раствора должна быть близкой к нейтральной или слабощелочной.

Место в севообороте. Вследствие длительного времени возделывания спаржи на одном месте (до 15 лет) ее нельзя включать в обычные севообороты. Предшественники должны оставлять почву в хорошем состоянии, позволять проводить осенью перед посадкой глубокую обработку и использовать зеленое удобрение. Хорошие предшественники – ранний и среднеранний картофель, горох и фасоль.

Удобрение. Система удобрения спаржи предусматривает применение органических и минеральных удобрений. Перед закладкой плантации в почву заделывают 250–300 т/га навоза или 200 т/га перегноя и минеральные удобрения из расчета $N_{100-150} P_{200-300} K_{250-300}$. При весенней выгонке спаржи ежегодно необходимо вносить осенью 100–150 т/га навоза (укрывать сверху), весной проводить подкормку минеральными удобрениями из расчета $N_{90-130} P_{90-150} K_{80-100}$. На второй год перед выгонкой почву рыхлят и одновременно вносят минеральные удобрения в дозах $N_{30-60} P_{30-45} K_{30-45}$. На третий год, в начале сбора урожая проводят подкормки – $N_{30-60} P_{30-60} K_{40-60}$. После окончания сбора урожая растения окучивают и вносят минеральные удобрения из расчета $N_{60} P_{60} K_{60}$.

Лук

Лук (*Allium L.*) – род двулетних или многолетних травянистых растений семейства лилейных. Известно свыше 400 видов; в Российской Федерации возделывают 6 видов: лук репчатый (*A. cepa L.*), лук-батун (*A. fistulosum L.*), лук-порей (*A. porrum L.*), шнитт-лук (*A. schoenoprasum L.*), шалот-лук (*A. ascolanicum L.*), лук-слизун (*A. nutans L.*), лук многоярусный (*A. fistulosum var. viviparum Makino*).

Лук содержит 5–15 % сахаров, 2,0–2,5 % белка, витамины С (5–10 мг/100 г), В₁, В₂, В₆, Е и РР, каротин, пантотеновую кислоту, кверцетин, сапонины. В зеленых листьях содержание витамина С достигает 50–70 мг/100 г, каротина – 3–5 мг/100 г. В начале вегетации в листьях лука содержится 3,48–4,40 % азота, а к периоду уборки – 1,61–2,40 %, в луковицах соответственно 2,72–3,75 и 0,99–1,74 %. Фосфора в листьях в начале вегетации 0,61–0,94 %, в луковицах – 0,89–1,39 %, а к моменту уборки в листьях его – 0,25–0,5 %, в луковицах – 0,46–0,68 %. Калия в листьях в начале вегетации 5,00–6,74 %, в луковицах – 4,05–5,10 %, а к периоду уборки – 3,10–4,40 % калия, луковицы – 1,50–1,90 %. Эфирные масла лука обладают бактерицидными свойствами благодаря содержащимся в них фитонцидам. Употребляют в пищу в свежем, вареном, поджаренном, консервированном и сушеном виде. Годовая норма потребления лука человеком составляет – 9–10 кг.

Распространение. В культуре лук известен свыше 4 тыс. лет до н.э. Его широко возделывают в США, Франции, Бразилии, Болгарии, Ис-

пани, Китае, Японии, Индии, Египте, Италии, Российской Федерации и других странах мира. В нашей стране его культивируют повсеместно

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Все виды лука в большей или меньшей степени требовательны к почве и ее плодородию.

Лук репчатый. Лучшими для лука репчатого являются богатые органическим веществом суглинистые и супесчаные почвы, а также черноземы с мелкокомковатой структурой. Тяжелые по гранулометрическому составу почвы малопригодны для выращивания лука, особенно из семян, так как на них образуется корка, препятствующая появлению всходов и росту луковиц. непригодны болотистые и торфянистые почвы из-за возможной кислой реакции почвы. Оптимальная кислотность для лука репчатого колеблется в пределах рН 6,0–7,0, но даже небольшое увеличение кислотности сильно вредит развитию и росту лука: листья становятся мелкими, светло-зелеными с желтеющими верхушками. Такие ослабленные растения раньше поражаются переноспорой и сильнее страдают при заболеваниях. Совершенно не подходят для него холодные сырые почвы с близким залеганием грунтовых вод, точно так же, как и очень сухие почвы. Вместе с тем чрезмерно богатые гумусом, переувлажненные почвы не способствуют хорошему росту и вызреванию луковиц.

У лука репчатого небольшая корневая система. Растения, особенно в молодом возрасте, очень чувствительны к повышенной концентрации солей и не выдерживают больших доз удобрений. Чтобы слабая корневая система в сравнительно короткий срок (45–60 дней) смогла обеспечить растение элементами питания и в достаточном количестве, необходимо бесперебойное снабжение ими в течение всей вегетации.

Интенсивность усвоения элементов питания растениями лука репчатого зависит от сорта, способа посева (семенами или севком), а также целей выращивания (табл. 173; Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н., 1998).

Таблица 173 – Затраты элементов питания растениями лука на формирование 10 т продукции в зависимости от сорта и целей выращивания, кг

Сорта	При посеве семенами			При посадке севком			При выращивании на перо		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Острые	54	16	40	44	12	21	32	9	16
Сладкие	42	13	48	30	11	11	19	5	25

Острые сорта лука в среднем на 10 т продукции потребляют на 14 кг больше азота и на 11 кг меньше калия, чем сладкие сорта. Значительное преобладание потребления азота над калием у острых луков связано с более высоким содержанием сахаров. При реализации урожая вместе с пером растения выносят меньше элементов питания, чем при уборке зрелого лука.

Нарастание биомассы у лука усиливается со времени образования луковички. Этот период наступает значительно раньше при посадке лука севком, чем при посеве семенами. Наибольшая интенсивность усвоения питательных веществ у лука репчатого совпадает с периодом максимального нарастания сухого вещества. В период вегетации луковичного растения изменяется потребность в различных элементах питания. В первую половину жизни лук больше потребляет азота, а во время формирования луковички – фосфора и калия. При недостатке азота развиваются слабые растения со светло-зеленой окраской, при достаточном количестве этого элемента в почве листья у лука приобретают темно-зеленую окраску и имеют мощный восковой налет. Избыток азота задерживает созревание луковички, уменьшает содержание сахаров, одновременно повышая количество в них воды. У растений, страдающих от избыточного содержания азота в почве, луковички становятся рыхлыми, отчего урожай снижается. Фосфор способствует более ускоренному развитию корневой системы и формированию более крупных, плотных луковичек. При его недостатке растения плохо усваивают азот из почвы, резко снижается урожай и качество луковичек. Калий необходим для фотосинтеза и транспортировки пластических веществ по проводящим сосудам к луковичке. Недостаток его ведет к преждевременному отмиранию листьев и снижению урожая товарной продукции. Небольшой избыток калия в почве не оказывает отрицательного воздействия на жизнедеятельность и продуктивность луковичного растения. Важное значение для роста и развития растений лука играет кальций. Он способствует росту корней, нейтрализует кислотность почвы и улучшает усвоение фосфора, серы и бора растениями лука. При недостатке этого элемента в почве у растений отмирают листья и в конце концов они погибают. Помимо азота, фосфора, калия и кальция, лук предъявляет повышенные требования к сере. Этот элемент необходим луковичным растениям для образования ароматических веществ.

Лук-шалот – разновидность лука репчатого, которая видоизменилась в культуре. Основной его отличительной способностью является многодетковость. Луковички в гнезде бывает, как правило, 2–10 у отдельных форм и более 20. По сравнению с луком репчатым у шалота листья и цветоносы несколько короче и последние не вздутые. Лук-шалот формирует ложное перо и рано созревающие луковички. Широко распространен на Северном Кавказе в частном секторе. Лук-шалот хорошо растет на легких, богатых органическим веществом почвах. Хорошие урожаи этой культуры можно получить при выращивании его на одном участке до четырех лет. Для шалота оптимальной является нейтральная реакция почвы.

Лук-порей отличается от лука репчатого широкими плоскими листьями, круглым, высотой до 2-х м цветоносом и отсутствием в вегетативном состоянии ярко выраженной луковички. У лука-порея, как и у лука репчатого, отмечается очень низкая скорость роста в период прохождения ювенильной фазы. При посеве семян в открытый грунт в конце марта интенсивное нарастание вегетативной массы начинается толь-

ко в июле, при посеве в конце мая – в августе. Росту лука-порея способствует наличие в почве необходимого количества питательных веществ в легкоусвояемой растениями форме. Этому требованию наиболее полно отвечают окультуренные, богатые органическим веществом почвы с легким или средним гранулометрическим составом. Песчаные, супесчаные, тяжелосуглинистые и глинистые почвы для него малопригодны. Лук-порея чувствителен к недостатку кислорода, поэтому следует избегать мест с высоким уровнем стояния грунтовых вод. Эта культура совершенно не переносит даже очень слабокислых почв, на таких почвах и самый богатый агрофон не позволяет получить высокий урожай товарной продукции. На почвах с высоким рН порей развивается щуплым, с жесткими листьями, плохого вкусового качества. Лук-порея сильно истощает почву. На создание 100 ц товарной продукции он расходует 40 кг азота, 14 – фосфора, 30 – калия и 15 кг кальция. Поэтому высокие урожаи этой культуры удаются лишь на почвах, обеспеченных питательными веществами в достаточном количестве.

Лук-слизун не имеет острого вкуса, присущего репчатому, и относится к салатным видам лука. У этого растения в пищу используется не только листья, но и ложная луковица. Лук-слизун – многолетнее растение, на одном месте растет до 5–6 лет, поэтому участок под него подбирают с учетом длительной культуры. Хорошо растет на богатых органическим веществом почвах с легким и средним гранулометрическим свойством. Лук-слизун предпочитает нейтральные почвы с рН 6,4–6,8. На кислых почвах его лучше размещать на второй год после известкования.

Шнитт-лук – многолетнее растение, образующее мелкие трубчатые листья; луковиц не образует. Отличается сильным ветвлением – на 3–4 й год жизни растение формирует до 100 ветвей с 3–4 листьями каждое. По сравнению с другими видами лука он имеет самые нежные и вкусные листья, но при перерастании они становятся травянистыми. Шнитт-лук лучше удается на гумусированных суглинистых почвах с рН 6,5–7,0. Высокие урожаи можно получать при его выращивании на одном участке до четырех лет. Однако быстрый рост и хорошее качество продукции возможны только при достаточной обеспеченности растений питательными элементами.

Лук душистый – многолетнее растение; возделывают, как лук-батун; луковицу не образует; листья срезают не более 2-х раз. Лучшие условия для роста и развития растений создаются на почвах с легким и средним гранулометрическим составом. Хорошие урожаи этой культуры можно получить при выращивании на одном участке не более 3–4-х лет. Для душистого лука оптимальной является нейтральная реакция почвы.

Лук-батун называют еще дудчатым или песчаным. Это многолетнее, в отличие от других разновидностей лука, очень зимостойкое растение. По вкусу листья батун несколько хуже, чем перо репчатого лука, но по химическому составу, по содержанию витаминов они близки к нему. Лук-батун образует небольшую луковицу, имеет полые дудчатые листья. Выращивают на одном месте в течение четырех-пяти

лет. Лук-батун хорошо растет на суглинистых, супесчаных, и полностью освоенных торфяно-болотных почвах. Плохо растет на тяжелых глинистых и переувлажненных почвах. Возделывается в однолетней и многолетней культуре. Первую срезку производят при достижении растением высоты 20–25 см. Последние срезки делают через 30–35 дней. За сезон проводят 3–4 срезки. Последнюю срезку надо делать не позднее сентября с тем, чтобы растения окрепли перед зимовкой.

Место в севообороте. В овощных севооборотах лук размещают после раннего картофеля, огурцов, томатов. Под лук, выращиваемый из семян, необходимо отводить поля из-под рано убираемых культур, чистые от сорняков и удобренные навозом. Луки хорошо растут по обороту пласта многолетних трав или по сидератам. В полевых севооборотах лук лучше всего размещать после хорошо удобренной конопли, табака, гороха, а также, если нет сорных трав, после зерновых – ячменя, озимой пшеницы, овса, ржи. На Северном Кавказе в полевых севооборотах хорошим предшественником могут быть озимые зерновые культуры. Сам лук – хороший предшественник для всех овощных культур, кроме чеснока, с которым у него общие вредители и болезни.

Определяя место лука в полях определенного севооборота, следует учитывать их биологические особенности и потребность в питательных элементах, тепле и влаге. Необходимо помнить, что различные виды лука в большинстве своем поражаются одними и теми же болезнями и вредителями. Источники заболеваний, так же как и вредители, сохраняются в почве и течение нескольких лет. Поэтому луки не рекомендуется возвращать на то же место раньше чем через 3 – 4 года. Нельзя размещать, например, репчатый лук и лук порей 1-го года жизни на одном поле или рядом с семенниками этих видов, так как проявление некоторых болезней (пероноспора, желтая карликовость, ржавчина) на семенниках легко передаются на посевы 1-го года жизни.

Удобрение. Корневая система всех наиболее распространенных съедобных видов лука развита довольно слабо и располагается она в поверхностном слое почвы, поэтому особенно важно снабжать растения питательными веществами именно в начальный период жизни и в период формирования луковиц, а у многолетних видов – в период развития вегетативной массы.

Все виды лука очень отзывчивы на удобрения, но при внесении последних необходимо учитывать биологические особенности каждого вида.

Репчатый лук хорошо реагирует на минеральные удобрения. Установлено, что калийные и фосфорные удобрения ускоряют созревание луковиц, повышают их плотность, массу и лежкость. Одностороннее применение азотных удобрений, особенно высоких норм, наоборот, ухудшает лежкость луковиц, способствует их прорастанию и загниванию.

Внесение высоких норм органических удобрений приводит к усиленному нарастанию вегетативной массы и задерживает вызревание луковиц, поэтому их лучше заделывать под предшественник. Под репчатый лук вносят перегной или перепревший навоз – 40–60 т/га. Нормы

минеральных удобрений – $N_{60-90}P_{60-120}K_{60-120}$, в зависимости от степени окультуренности почв и обеспеченности их питательными веществами. Оптимальные нормы удобрений на черноземах $N_{80}P_{80}K_{80}$. Результаты опытов показывают, что лук репчатый использует из минеральных удобрений 60–70 % азота, 20–30 – фосфора и 40–50 % калия. Минеральные удобрения под лук лучше вносить дробно: 60 % нормы фосфорно-калийных удобрений осенью под зяблевую вспашку, остальные – перед посевом и в подкормках; азотные удобрения 30 % при рыхлении почвы перед посевом, остальные – в виде подкормок. Первую подкормку проводят в начале образования луковиц, вторую спустя 20–25 дней. Проведение подкормки позволяет, с одной стороны, избежать высокой концентрации почвенного раствора, а с другой – удовлетворить потребность лука в период наибольшего потребления им питательных веществ.

Потребность в питательных веществах шнитт-лука удовлетворяют внесением органических и минеральных удобрений. Под эту культуру ориентировочно вносят 60–80 т/га перепревшего навоза в сочетании с $N_{90-120}P_{60-90}K_{90-120}$. Органические удобрения и 60 % нормы фосфорных и калийных туков – под зяблевую вспашку, оставшаяся часть фосфора и калия, а также 30 % запланированной дозы азота – под предпосевную обработку почвы. В период вегетации проводят подкормки азотными удобрениями. Как правило, их вносят в 2–3 приема в зависимости от состояния посевов.

Лук-порей отзывчив на органические удобрения и может выращиваться первой культурой после их внесения. Предъявляет довольно высокие требования к азотному питанию и средние – к фосфорному и калийному. В зависимости от плодородия почвы под эту культуру вносят 60–100 т/га навоза или 40–50 т/га перегноя. Примерные нормы минеральных удобрений – $N_{90-120} P_{60-120} K_{60-120}$. Удобрения вносят дробно: 60 % фосфорных и калийных удобрений – под основную и 40 % под предпосевную обработку почвы. Азотные удобрения вносят в три приема: 30 % перед посевом, остальные в виде двух подкормок. Первую подкормку проводят через 10–15 дней после появления всходов или через такой же срок после посадки рассады. Вторую подкормку дают спустя 20–25 дней после первой. Следует иметь в виду, что высокие нормы азотных удобрений повышают урожай порея, но снижают лежкость лука.

Система удобрения лука-шалота складывается из внесения до посева 80–120 т/га перепревшего навоза и подкормок в норме $N_{60-90}P_{60-120}K_{60-120}$. Первую подкормку проводят в начале фазы образования луковиц, вторую – спустя 20–25 дней.

Лук-слизун положительно отзывается на внесение органических удобрений. Полуперепревший навоз вносят под зяблевую вспашку из расчета 80–100 т/га. Ориентировочная норма минеральных удобрений $N_{90-120}P_{90-120}K_{90-120}$. Для равномерного снабжения растений питательными веществами минеральные удобрения вносят дробно: под основную обработку почвы $\frac{3}{4}$ всей нормы фосфорных и калийных удобрений, а оставшуюся $\frac{1}{4}$ этих удобрений вносят непосредственно под

предпосевную обработку почвы или в подкормках в течение вегетации. Азотные удобрения в силу своей легкой растворимости и возможных потерь вносят в подкормки: 2/3 их вносят перед посевом под культивацию или боронование, а оставшуюся 1/3 дают в виде подкормок.

Система удобрения для душистого лука складывается из внесения до посева 80–120 т/га перепревшего навоза и подкормок минеральными удобрениями. Первую подкормку дают после схода снега, вторую и третью после срезок. Ориентировочные нормы удобрений для проведения подкормок $N_{30-40}P_{30-40}K_{30-40}$.

Лук, очень отзывчив на внесение микроэлементов. Так, на каштановых и лугово-каштановых почвах с различной степенью засоления под лук рекомендуется вносить медь в форме сернокислых солей. При этом повышается урожай лука и улучшается его качество – возрастает содержание сахаров и витаминов, повышается устойчивость против различных заболеваний. В опытах Краснодарской овоще-картофельной опытной станции в условиях лугово-черноземных почв при орошении лук хорошо реагировал на внесение борных, марганцевых цинковых и молибденовых удобрений. Удобрения вносились из расчета 2 кг/га по д. в.

Чеснок

Чеснок (*Allium sativum L.*) – луковичное растение рода лук семейства лилейных, имеющее пищевое и лечебное значение. Употребляется в свежем виде, используется в мясоперерабатывающей и овощеконсервной промышленности, в медицине и ветеринарии. В пищу употребляют молодые листья и стрелки, а по созревании луковицы – составляющие ее зубки и бульбочки.

Химический состав чеснока в значительной степени зависит от сорта и зоны выращивания. В среднем на сырую массу в сочных чешуях зубка содержится 31–44 % сухих веществ. Основную часть питательных веществ составляют углеводы, полисахариды (24–27 %). Осенью они представлены инулином и сахарозой; к весне, за счет их распада, увеличивается содержание глюкозы и фруктозы. Луковицы чеснока содержат белка от 6,7–13,3 %; клетчатки – 0,8, золы в зубках – 1,4–3,7, в листьях – до 8,8 %. В них витаминов мало: С – 5–8 мг %, В₁, В₂ и РР – доли процента. Листья и молодые стрелки очень богаты витамином С – до 140 мг %, в них обнаружен каротин (провитамин А). В составе золы чеснока находится фосфор, калий, кальций, медь, молибден, кобальт, цирконий, ванадий, титан, олово и другие элементы. Содержание жира в луковицах колеблется от 0,03 до 0,08 %. Острый вкус и запах чесноку придает эфирное масло, представляющее сложную смесь ряда соединений, включающих серу; его летучие вещества составляют около 35 % от общего количества. Кроме того, в состав чеснока входят пентозаны, глюкозиды, пектиновые вещества и органические кислоты. Содержание питательных веществ повышается на высоком фоне органических удобрений и при внесении фосфора и калия, снижается – при больших нормах полива, особенно в конце вегетации.

Чеснок высококалориен: 1 кг его дает 1110–1327 ккал. По данным Института питания Академии медицинских наук РФ человеку в год необходимо потреблять чеснока вместе с луком 6–10 кг.

Распространение. Основные районы выращивания озимого товарного чеснока находятся в Российской Федерации: Воронежская и Тамбовская область, Краснодарский и Ставропольский край, а также республики, расположенные на побережье Каспийского моря и в предгорьях Кавказа. Яровой чеснок культивируют в Брянской и Московской области, а также в республиках Татарстан, Башкортостан, Чувашии. Восточная граница промышленного возделывания чеснока проходит до Урала: северная – по линии Смоленск–Москва – Ярославль – Йошкар-Ола, но его культура получает дальнейшее распространение. Возможно выращивание чеснока в Ленинградской, Свердловской областях и Западной Сибири. В настоящее время чеснок возделывают также в Бурятской республике, Хабаровском крае, Уссурийске, на Сахалине.

Требования к почве. Чеснок – одно из наиболее требовательных овощных растений к плодородию почвы и, что особенно важно, к уровню грунтовых вод. Для него наиболее пригодны почвы с глубоким пахотным слоем: для озимого чеснока – супесчаные, для ярового средние и легкосуглинистые. Оптимальная реакция среды для чеснока рН 6,5–7,9. Кислые земли обязательно известкуют (под предшественников). Под посадки следует отводить участки, защищенные от северных и северо-восточных холодных ветров и суховеев. На пониженных участках рельефа чеснок вымокает и выпревает, а на подверженных ветровой эрозии – вымерзает и выгорает. На незаливных поймах или поймах рек, пересыхающих в летнее время, чеснок растет хорошо. Яровой чеснок может произрастать и на легких солонцеватых почвах.

Место в севообороте. При небольшой площади посадок – до 10 га чеснок размещают в овощном севообороте. Для озимых сортов поле освобождают от предшественника не позже чем за один–полтора месяца до посадки. Лучшие предшественники – бобовые, огурцы, ранняя капуста, корнеплоды подзимнего посева, убранные на пучковый товар, зеленые. Чеснок хорошо растет после раннего картофеля. По луку или чесноку его не следует размещать раньше, чем через четыре года. При больших площадях посева чеснок размещают в полевых севооборотах с орошением, по пару или сидератам, по озимым и гороху на семена. Чеснок сам хороший предшественник для всех овощных культур, кроме луковых, которые поражаются одинаковыми с ним вредителями и болезнями.

Удобрение. Чеснок на 10 т товарной продукции потребляет 40–50 кг азота, 10–15 – фосфора и 35–45 кг калия. Эта культура очень отзывчива на органические и минеральные удобрения. Непосредственно под него вносят 40–60 т/га перегноя, а под предшествующую культуру или в пар – навоз крупного рогатого скота или конский 60–80 т/га, свиной 40 т/га, птичий помет 10–15 т/га. Норму внесения минеральных удобрений рассчитывают в соответствии с показателями почвенных картограмм и данными зональных разработок научно-исследовате-

льских учреждений. В целом нормы минеральных удобрений под чеснок такие же, как и под лук репчатый. Примерные нормы удобрений на черноземах N₈₀ P₈₀ K₈₀. Фосфорные и калийные удобрения способствуют лучшему вызреванию луковиц и бульбочек, повышают содержание углеводов и белка в зубках чеснока. Это особенно важно в северных районах культивирования озимого чеснока, поскольку ускоряет осеннее корнеобразование и повышает зимостойкость, а у ярового чеснока – лежкоспособность. Весной, в начале вегетации, когда интенсивно отрастают листья, чеснок больше нуждается в усиленном азотном питании. При осенней посадке половину фосфорно-калийных удобрений вносят под зяблевую вспашку, азотные – в подкормку весной в конце схода снегового покрова. Оставшуюся половину фосфорно-калийных удобрений вносят в подкормку в фазу начала формирования луковиц.

3.11.6. Злаковые Кукуруза сахарная

Кукуруза сахарная (*Zea mays sccharata Sturt.*) – один из ботанических групп *Zea mays L.* Она является мутантом зубовидных и кремнистых форм. Основными внешними признаками сахарной кукурузы, позволяющими отличать ее от других ботанических групп, является морщинистость и стекловидность зерна в фазе полной спелости, что связано с особенностями химического состава эндосперма. Зерно сахарной кукурузы используется в пищу в молочной (технической) спелости. В зерне сахарной кукурузы содержатся почти все необходимые питательные вещества в легкоусвояемой форме. В молочной спелости она имеет очень нежный перикарпий, что особенно ценно при консервировании. По содержанию углеводов, жиров и по калорийности консервированное зерно сахарной кукурузы превышает таковое зеленого горошка, цветной капусты и овощной фасоли. В 100 г консервов сахарной кукурузы содержится 73 калорий, зеленого горошка – 44, фасоли стручковой – 19, цветной капусты, шпината-пюре – 18. В отличие от других овощных культур сахарная кукуруза не накапливает нитратов. В связи с наличием на початках обвертки зерно ее наиболее чисто от воздушного загрязнения различными веществами, в том числе и радионуклеидами. Основными формами углеводов в зерне сахарной кукурузы являются сахара, декстрины и крахмал.

Распространение. В доколумбовой Центральной и Южной Америке в период, предшествующий распространению сахарного тростника и сахарного сорго, сахарная кукуруза являлась для местного населения источником сахара. Имеются сведения, что сахарную кукурузу в смеси с другими подвидами возделывали в Мексике и Перу еще в XI столетии. В 1779 г. появилась первая публикация о сахарной кукурузе в США, где сообщалось о двух индейских сортах – с белым и черным зерном, а в 1881 г. число их достигло 16. В последующие годы сахарная кукуруза получает широкое распространение в США, где

возделывалось 180 белозерных и 50 желтозерных сортов. Сахарная кукуруза быстро распространилась в различных районах Испании, Португалии, Италии и других странах Южной Европы, являясь для многих народов важным продуктом питания. Из Италии она попала в Юго-Восточную Европу, а затем на побережье Черного моря. В начале XIX в. сахарная кукуруза появляется в Средней полосе России, в частности на Орловщине. Для промышленных целей в СССР сахарную кукурузу начали выращивать в тридцатые годы прошлого столетия на Кубани и в Молдове, когда были построены на заводах специальные линии для консервирования зерна. В Российской Федерации на сегодняшний день возделываются 31 сорт и гибрид сахарной кукурузы.

Требования к почве. Под кукурузу сахарную желательнее выбирать участки с южным или юго-западными склонами. Следует избегать пониженных, плохо дренируемых, склонных к заболачиванию участков, солонцеватых, тяжелосуглинистых и глинистых почв. Уровень залегания грунтовых вод не должен превышать 1 м. Посевы сахарной кукурузы не следует размещать ближе 50 м к посевам кормовой кукурузы. Если такую пространственную изоляцию невозможно выдержать, то початки с полосы, прилегающей к посевам кормовой кукурузы исключают из товарных, так как на них появится много зерен кормового типа, что отрицательно отразится на вкусовых качествах продукта.

Лучшими для кукурузы сахарной являются плодородные водо- и воздухопроницаемые почвы. Малопригодны солонцеватые, кислые и склонные к заболеванию почвы. Оптимальная реакция почвенного раствора для нее находится в интервале pH 6,5–7,5.

Место в севообороте. Сахарную кукурузу лучше всего размещать после культур, под которые вносили органические удобрения, или на постоянных участках, специально выделенных для посева данных культур. Хорошие участки можно использовать для возделывания кукурузы повторно. При бессменной культуре кукурузы снижение урожайности не наблюдается. Однако при развитии в почве проволочника или накопления спор пузырчатой головни необходимо отводить их под другие культуры.

Зерновые колосовые – хороший предшественник кукурузы, имеющий важное преимущество перед другими культурами: корни проникают сравнительно неглубоко (1,0–1,5 м), и под влиянием осенне-зимних осадков, запасы влаги в метровом слое почвы всегда восстанавливаются к моменту посева кукурузы, корнеобитаемый слой почвы становится увлажненным по всему профилю.

В связи с возрастаньем пропашного клина в степной зоне Северного Кавказа, разместить все поля кукурузы после колосовых хлебов не всегда представляется возможным. Хорошим предшественником кукурузы являются зернобобовые культуры. Однако после них размещают обычно озимую пшеницу. Недопустимо возделывание кукурузы сахарной после подсолнечника. Причина – сильное и глубокое иссушение почвы, большое количество падалицы, что, в конечном счете, ведет к резкому снижению урожайности.

Удобрение. При выращивании кукурузы сахарной важно получить выполненные хорошо озерненные початки. Обеспечивается это при внесении сбалансированных норм органических и минеральных удобрений.

Наиболее важное удобрение для сахарной кукурузы навоз. Его лучше всего вносить осенью под зяблевую вспашку в виде из расчета 40–60 т/га. При внесении навоза в таких количествах, применение минеральных удобрений следует ограничить припосевным внесением $N_{15-20} P_{15-20} K_{15-20}$. При недостатке органических удобрений вносят минеральные удобрения – фосфорно-калийные туки осенью под вспашку в зависимости от содержания питательных элементов в почве. Азотные удобрения применяют весной при посеве и при первой культивации в подкормку. В Центральной зоне Краснодарского края удобрения вносят из расчета $N_{60-80} P_{60} K_{60}$. В Северной зоне – с распространением обыкновенных черноземов применяются удобрения в дозе $N_{60-90} P_{60} K_{60}$. Примерно такие же дозы этих элементов вносятся в первой и четвертой подзонах Центральной зоны. В остальной части Центральной зоны и в Южно-Предгорной, а также Западной зонах при лучшей обеспеченности влагой дозы азота увеличивают до 90–120, а фосфора – до 80 кг/га. Откладывание сроков внесения фосфорно-калийных удобрений до весны приводит к снижению их эффективности на 35–40 %.

При недостаточном содержании в почве того или иного микроэлемента семена сахарной кукурузы обрабатывают одноименным элементом. Наиболее высокое и постоянное положительное действие на урожайность сахарной кукурузы оказывают цинковые удобрения. Обработка семян 0,1 % водным раствором сернокислого цинка повышает урожайность початков сахарной кукурузы на 7–14 %. При проявлении цинкового голодания у растений кукурузы посева опрыскивают водным раствором сернокислого цинка из расчета 250–300 г/га при расходе рабочей жидкости 400–500 л/га. Обработку следует сочетать с некорневой подкормкой мочевиной в дозе 10–15 кг/га.

3.11.7. Бобовые

Горох овощной

Горох овощной (*Pisum ssp. sativum L.*) – подвид гороха посевного (*P. sativum L.*). Выращивают в основном на зеленый горошек и лопатку. По питательным качествам зеленый горошек превосходит многие овощи. В нем содержится 20–22 % сухого вещества, 6–10 % сахаров, 30–34 % сырого протеина. Биологическая ценность белка гороха определяется сбалансированностью в нем незаменимых аминокислот, высоким содержанием лизина. Зеленый горошек содержит витамины А, В, С, РР, которые регулируют обмен веществ, предотвращая старение и склероз.

Распространение. Возделывать горох овощной возможно повсеместно, за исключением крайне засушливых районов. Высокий урожай получают, в северо-западных областях Российской Федерации. Значительные площади занимают в Краснодарском крае и Ярославской области.

Требования к почве. Овощной горох – лучше растет на суглинистых почвах средней степени окультуренности. На почвах с высоким содержанием органического вещества и азота горох образует большую зеленую массу, но затягивает вегетацию. Песчаные и супесчаные почвы также нежелательны для него из-за неблагоприятных водно-физических свойств. В первый период развития горох слабо отзывается на азот. Избыток его приводит к угнетению и гибели клубеньков, затягивает период цветения и созревания. Горох овощной удовлетворительно растет при довольно широком интервале реакции почвенной среды (рН 5,5–7,0), но все же лучше отводить под эту культуру нейтральные почвы. На кислых почвах горох резко снижает урожайность.

Место в севообороте. Лучшие предшественники гороха овощного: капуста, картофель, лук, огурец; допускаются: зеленые, корнеплодные, томаты, сидераты.

Удобрение. Внесение навоза непосредственно под горох нежелательно – его лучше возделывать второй или третьей культурой после внесения органических удобрений.

Растения гороха выносят из почвы сравнительно небольшое количество питательных веществ. В среднем на 1 ц зерна гороха с соответствующим количеством вегетативной массы выносят 3–5 кг азота, 0,8–1 кг фосфора и 1,5–2 кг K_2O . Особенности корневого питания гороха является способность использовать труднодоступные минеральные соединения и фиксировать азот воздуха с помощью клубеньковых бактерий. За вегетационный период посева гороха накапливают более 100 кг/га азота. Для интенсивной фиксации атмосферного азота необходимо, чтобы наряду с благоприятными условиями температуры, влажности почвы в питательной среде было достаточное количество фосфора и калия. На внесение фосфорных удобрений горох отзывается весьма эффективно, а на фоне их – и на калийные удобрения.

Эффективно при выращивании овощного гороха применение микроэлементов (молибдена – на слабокислых почвах, бора – на известкованных землях) и бактериальных препаратов.

Нормы минеральных удобрений под овощной горох зависят от плодородия почв и планируемого урожая. На суглинистых почвах целесообразно вносить $N_{30-60} P_{60-120} K_{60-90}$. На участках с пониженным содержанием подвижных форм фосфора эффективно рядковое удобрение гранулированным суперфосфатом из расчета P_{10-20} . Небольшая доза азотного удобрения, внесенная в подкормку перед цветением гороха (N_{15-20}), может значительно увеличить урожайность гороха и повысить содержание белка в нем.

Бобы овощные

Бобы овощные (*Vicia faba L.*) – однолетнее растение семейства бобовых. Выращивают для получения зеленых сочных лопаток, из которых готовят салаты, супы, соусы. Бобы содержат около 30 % белков. Они богаты витаминами углеводами и незаменимыми аминокислотами.

Распространение. В качестве огородной культуры бабы овощные выращивают в Центральной и Северо-Восточной областях нашей страны, а также в Западной Сибири.

Требование к почве. Лучшие для бобов почвы – черноземы, серые лесные и каштановые. Для его возделывания пригодны также окультуренные торфяники и иловато-пойменные почвы. На переувлажненных почвах, где грунтовые воды залегают ближе 1 м от поверхности бобы овощные растут плохо; не выносят засоленных, сильно кислых почв (рН ниже 5,5), а также содержащих избыток (свыше 0,6 мг/100 г почвы) подвижного алюминия.

Место в севообороте. Бобы овощные в севообороте размещают после озимых пропашных культур (кукуруза, картофель, свекла) в овощном севообороте – капуста, лука, огурца.

Удобрение. Овощные бобы выносят из почвы до 350 кг/га азота, 60 – P₂O₅, 130 –K₂O и 250 кг/га СаО. Бобы очень хорошо усваивают P₂O₅ из труднорастворимых почвенных фосфатов, поэтому больших доз фосфорных удобрений под них не требуется. Калийные удобрения необходимо вносить даже на почвах, обеспеченных обменным K₂O. Под бобы полезно вносить хлористый натрий, который частично замещает калийные удобрения. Система удобрения бобов заключается в применении навоза (30–40 т/га, с осени), а также внесении минеральных туков – N₉₀₋₁₂₀P₄₀₋₆₀K₉₀₋₁₂₀.

Фасоль овощная

Фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris L.*) – короткодневное теплолюбивое растение семейства бобовых. Различают три группы сортов: сахарные (спаржевые) – бабы мясистые, без пергаментного слоя в створках; полусахарные – бобы мясистые, нежные, но в начале налива быстро грубеют; лущильные – бобы с пергаментным слоем. В пищу используются 10–12 – дневные бобы (лопатки) и семена в вареном и консервированном виде. Семена в молочной спелости содержат почти все незаменимые аминокислоты, витамины А, В, С и минеральные соли.

Распространение. Возделывают широко в США, Бразилии, Мексике, Перу, Чили, Индии, Китае. В Российской Федерации фасоль овощной высеивают преимущественно на приусадебных участках.

Требования к почве. Фасоль овощной возделывают на черноземных, каштановых и серных лесных почвах. Подходят для нее и бурые лесные почвы. Лучше растет на суглинистых и оструктуренных и тяжелоглинистых по гранулометрическому составу почвах. Слитость, солонцеватость, засоление и заболачивание переносит плохо. Оптимальной для этой культуры является рН 6,5–7,5.

Место в севообороте. Размещают фасоль овощной после капусты, картофеля, лука и огурцов. Неплохими для нее предшественниками являются томаты, зелёные и корнеплодные культуры.

Удобрение. Фасоль овощной положительно отзывается на органические удобрения, внесенные с осени или под предшественник. В

начале вегетации, когда клубеньковые бактерии еще недостаточно развиты, высока потребность фасоли в азоте. Фосфор и калий требуются главным образом в период цветения и созревания. Фасоль относится к культурам, нуждающимся в калийных удобрениях.

Избыток азотных удобрений может вызвать чрезмерный рост вегетативной массы и ослабить плодоношение растений. Поэтому рекомендуется вносить под эту культуру на среднеплодородных почвах удобрения из расчета $N_{45-60}P_{90-120}K_{150-200}$. Часть азотных удобрений можно давать в подкормку (с поливом) перед началом цветения.

3.11.8. Пасленовые

Баклажан

Баклажан (*Solanum melongena L.*) – многолетнее травянистое растение семейства пасленовых, но в условиях нашей страны возделывают как однолетник. Плоды содержат 10–15 % сухих веществ, из которых 2,5–4,5 % составляют сахара и 1–3 % – крахмал. Аскорбиновой кислоты накапливается 10–15 мг/100 г сырой массы, никотиновой кислоты – 0,60–0,65, тиамин – 0,03–0,035, рибофлавин – 0,070–0,075, соланин М – 1,2–2,5 мг/100 г сырой массы. Плоды баклажана потребляют в пищу только в переработанном виде: маринуют, солят, готовят икру. Имеющийся в плодах соланин М имеет лечебные свойства: благотворно влияет на состояние здоровья людей, страдающих атеросклерозом, снижает содержание холестерина в крови и способствует уменьшению его отложения на внутренних стенках кровеносных сосудов.

Распространение. В настоящее время культура баклажана широко распространена во всех странах земного шара, где климатические условия позволяют вести промышленную культуру. Основными производителями баклажана являются страны Центральной и Юго-Восточной Азии: Китай, Индия, Индонезия, Турция, Филиппины, Япония, Таиланд; на Африканском континенте – Египет, Судан, Алжир. В Европе наибольшие площади под баклажаном заняты в Италии, Испании, Греции, Болгарии и Франции. Выращивают его на незначительных площадях в США, Бразилии, Мексике и в ряде стран американского континента.

В Российской Федерации в отдельные годы площади под баклажаном достигают 4–5 тыс. га. Северная граница промышленного выращивания баклажана проходит по линии Курск – Воронеж. Севернее этой границы он в основном выращивается любителями-овощеводами и в тепличных хозяйствах. По объему выращивания баклажана в нашей стране выделяются Краснодарский край и Ростовская область, имевшие под этой культурой в отдельные годы до 1200–1300 га. По 300–400 га заняты баклажаном в Ставропольском крае, Астраханской области, Дагестане.

Требования к почве. Лучшими для баклажана являются легкие, структурные, плодородные почвы. Реакция среды – нейтральная или близкая к нейтральной. Лучше всего для него подходят черноземы, суглинистые и песчаные почвы. Тяжелые глинистые почвы с близким уровнем грунтовых вод непригодны для выращивания баклажанов.

Место в севообороте. Наиболее высокие урожаи баклажана получают при его размещении по пласту или обороту пласта многолетних трав. Хорошими предшественниками считаются однолетние бобовые, а также капуста, огурец; неплохие показатели получают, размещая баклажан по бахчевым, луку на репку, зерновым культурам.

Удобрение. Растения баклажана весьма требовательны к условиям минерального питания: на формирование 10 т продукции потребляют 45–60 кг азота, 10–15 – фосфора и 60–80 кг калия. Поэтому баклажаны хорошо отзываются на внесение минеральных удобрений. Они больше нуждаются в азоте, чем перец – при его недостатке прирост всех вегетативных органов резко замедляется. Однако высокие нормы азотных удобрений для баклажан опасны – они затягивают рост растений в ущерб плодообразованию. Фосфорные удобрения способствуют росту корней, образованию генеративных органов, ускорению созревания плодов баклажана. Недостаток фосфора приводит к приостановке роста растений, опадению бутонов, плохому развитию завязи. Калий способствует активному передвижению питательных веществ по растению, повышает его сопротивляемость болезням и вредителям. Хорошие урожаи баклажана получают при внесении в почву органических удобрений под зяблевую вспашку. Внесение перепревшего навоза в норме 20–30 т/га увеличивает урожайность плодов на 20–35 %. При наличии органических удобрений в достаточном количестве их вносят под баклажаны до 60 т/га. Нормы удобрений под баклажаны: на черноземах – N₁₂₀₋₁₈₀ P₆₀₋₁₀₀ K₃₀₋₆₀; на желтоземно-подзолистых почвах – N₈₀₋₁₂₀ P₆₀₋₉₀ K₆₀₋₁₂₀; на черноземно-луговых почвах – N₈₀₋₁₂₀ P₄₀₋₆₀ K₃₀₋₆₀. Большое влияние на урожай баклажанов оказывают также сроки внесения удобрений. Высокую прибавку урожая обеспечивает внесение удобрения дробно: органическое удобрение и одну треть фосфорно-калийных следует вносить осенью под зяблевую вспашку, одну треть полного минерального удобрения – весной под культивацию и остальное – в подкормку во время бутонизации.

Перец

Перец [перец стручковый красный] (*Capsicum L.*) – род растений семейства пасленовых. Многолетний полукустарник, в культуре однолетнее овощное растение. Известно 4 вида: перец перуанский (*C. angulosum Mill.*), перец колумбийский (*C. conicum Meyer*), перец опушечный (*C. pubescens R. et P.*) и перец мексиканский (*C. annuum L.*). Последний распространен в культуре повсеместно.

Плоды перца содержат 2,0–4,5 % сахаров (зеленые) и 4,0–8,5 % (зрелые), 1,0–1,5 % белков, 1,60–2,35 мг % (зеленые) и 12,0–14,0 мг % (зрелые) провитамина А, а также в небольшом количестве витамины В₁ и В₂. По содержанию аскорбиновой кислоты перец стоит на первом месте среди овощей: в зрелых плодах содержится 125–300 мг %. Сорты перца разделяются на сладкие и горькие. Горечь плодов зависит от наличия в их плацентах алколоида капсаицина, количество которого колеблется в пре-

делах 0,005–2,0 %. Плоды с незначительным содержанием капсаицина используют в кулинарии, с малым и средним маринуют, солят, а также применяют в качестве специй. В консервной промышленности изготавливают фаршированный перец, различные соусы, маринады, перечный сок.

Распространение. Перец в культуре распространен повсеместно. Выращивают как в открытом, так и в закрытом грунте. Наибольшие площади перец в Российской Федерации занимает в Краснодарском крае.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. Растения перца требовательны к почве и ее плодородию. Они плохо растут и плодоносят на тяжелых глинистых почвах и на участках с сильно минерализованными почвенными разновидностями. Неблагоприятна для них повышенная кислотность. Оптимальной считается реакция почвенного раствора рН 6,0–6,6. Наибольшие урожаи перца получают на супесчаных и легкосуглинистых черноземах, хорошо оструктуренных богатых гумусом почвах, содержащих питательные вещества в легкодоступной форме. Важную роль в питании растений перца играет азот, который улучшает рост вегетативных органов – корней, стеблей, листьев. Наибольшая требовательность перца к азоту проявляется до фазы цветения и при формировании и – созревании плодов. В это время при недостатке у растений азота отмирают нижние листья. Избыток же азота вызывает буйный рост стеблей и листьев, задержку образования и созревания плода перца. Фосфор благотворно влияет на рост корневой системы, на ускорение образования завязей и плодов. Калий необходим в течение всей жизни, он повышает холодоустойчивость растений, ускоряет созревание плодов перца. Критический период в потреблении калия – от завязывания плодов и до конца их созревания. В кальции растения перца нуждаются относительно равномерно на протяжении всего периода вегетации. Этот элемент способствует закреплению в почве органических веществ и оказывает нейтрализующее действие. Благодаря ему происходит нормальный рост как корневой системы, так и надземных органов растений. При его избытке некоторые элементы питания переходят в труднорастворимую форму и это приводит к слабому развитию верхушечных почек и пожелтению листьев. Очень требователен перец к магнию. Сильный дефицит этого элемента в почве вызывает отмирание листьев и в конечном итоге снижает урожай и ухудшает его качество. На жизненные процессы растений перца большое влияние оказывает железо. При его недостатке листья теряют способность ассимилировать углекислоту и обесцвечиваются. Марганец необходим для образования плодов и семян, в связи с чем, его недостаток в питании перца – одна из причин опадения цветочных бутонов.

На формирование 10 т продукции перец тратит 45–60 кг азота, 10–45 – фосфора и 70–85 кг калия. Вынос элементов питания перцем из почвы зависит от степени созревания убираемых плодов. При сборе урожая в биологической спелости поглощение минеральных веществ на единицу массы почти удваивается. Отмечено также, что острые сорта выносят из почвы питательных веществ на единицу урожая больше, чем сладкие.

Место в севообороте. Выращивание перца в бессменной культуре приводит к значительному снижению продуктивности растений. Даже при внесении высоких норм органических и минеральных удобрений уже в первые три года недобирается 17–25 % урожая, поэтому перец рекомендуется выращивать только в севообороте. Наиболее высокие урожаи этой культуры получают при размещении по пласту или обороту пласта многолетних трав. Хорошими предшественниками считаются однолетние бобовые, а также капуста и огурцы, под которые, как правило, вносят большие дозы органических удобрений. Неплохие показатели получают, размещая перец по бахчевым или хорошо удобренным зерновым культурам.

Удобрение. Нормы минеральных удобрений для перца на черноземах – $N_{120-180}P_{30-60}K_{60-90}$, на лугово-черноземных почвах – $N_{80-120}P_{30-60}K_{30-60}$, на подзолистых почвах – $N_{120}P_{60-120}K_{90-120}$.

Перец хорошо отзывается на внесение перегноя, но отрицательно реагирует на свежий навоз. Это связано с тем, что под влиянием свежего навоза и отдельных его фракций в корнях накапливается органический кислоторастворимый фосфор при одновременном уменьшении нуклеинового фосфора. Поэтому слаборазложившиеся органические удобрения вносят под предшествующую культуру. Примерная норма полуперепревшего навоза для перца 20–40 т/га. Наибольший урожай и наилучшее его качество получают при совместном внесении органических и минеральных удобрений.

Фосфорные и калийные удобрения на $2/3-3/4$ вносят под зяблевую вспашку. Остальную часть дают перед посадкой или во время посадки и при первой подкормке. Половину азотных удобрений заделывают в почву осенью в качестве основного удобрения или вносят весной перед посадкой. Остальную часть распределяют равными частями при посадке и последующих 2–3 подкормках.

При высадке рассады перца в открытый грунт вместе с водой, используемой для увлажнения почвы в рядках, вносят азотные, фосфорные и калийные удобрения из расчета 10–15 кг/га д. в. каждого из элементов. При ручной посадке практикуют внесение в лунки под каждое растение смеси: перегноя 4–5 т/га, суперфосфата 100 кг/га и аммонийной селитры 30–50 кг/га.

Первая подкормка должна следовать через 2–3 недели после посадки перца, когда растения хорошо приживутся и начинают активно накапливать вегетативную массу. В это время вносят оставшуюся часть калийных удобрений и $N_{10-15}P_{10-15}$. Для второй подкормки, проводимой в период массового плодообразования, когда наиболее активно идет нарастание органической массы, используют оставшуюся часть фосфорных N_{10} . Третья подкормка обычно заключительная. Ее дают через 2–3 недели после второй, при этом вносят в почву N_{10} .

Положительно реагируют растения перца на внесение микроэлементов – бора, йода, кобальта, марганца, меди, молибдена, цинка. Особенно чувствителен перец к недостатку микроэлементов на высоком агрофоне.

Томат

Томат [помидор] (*Lycopersicon L.*) – род растений семейства пасленовых. Известно 3 вида: томат перуанский [*L. peruvianum (L.) Mill.*], томат волосистый (*L. hirsutum Humb. et Bonp.*), томат обыкновенный или настоящий (*L. esculentum Mill.*).

Химический состав растений томата богат и разнообразен: в сухом веществе растений содержатся крахмал, сахар, клетчатка, жиры, белки, органические кислоты, в т. ч. аскорбиновая кислота и другие витамины, каротиноиды, пектиновые вещества, соли, различные ферменты, алкалоиды и другие соединения. Из алкалоидов, кроме соланина, у томатов обнаружен гликоалкалоид – томатин, который обладает антибиотическим действием на некоторые грибы, бактерии и даже на насекомых. Томатина больше содержится в листьях смородиновидного и других дикорастущих видов томата. Вытяжка из листьев дикорастущих видов томата является эффективным средством борьбы с колорадским жуком и нематодой.

Распространение. Томат распространен во всех частях света – Европе, Северной и Южной Америке, Австралии, Африке. Ареал культуры томата ограничен на севере 65°с.ш. и на юге 40°ю.ш. Наибольшее распространение культура томата получила на территории, расположенной в северном полушарии между 35-55°, а в южном – между 15-40°.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. К почвам томат менее требователен, чем другие овощные культуры. Он может расти на почвах с разной кислотностью, но при рН не выше 5,5. Наиболее высокие урожаи эта культура дает на хорошо прогреваемых плодородных почвах, богатых органическим веществом, – на черноземах и незатопленных или рано освобожденных от воды пойменных почвах с рН 5,5–6,5. Хорошие урожаи томатов можно также получить на супесчаных и суглинистых почвах при внесении удобрений и поддержании почвы в рыхлом состоянии. Малопригодны для них пониженные участки с близким уровнем залегания грунтовых вод, плохо прогреваемые. Томаты требовательны к содержанию питательных веществ в почве, хорошо отзывчивы на удобрения. На каждые 10 т товарной продукции они выносят из почвы и удобрений 32 кг азота, 11 – фосфора и 40 кг калия. Эти величины несколько изменяются от уровня агротехники, сорта и высоты урожая.

В первый период вегетации растения томата слабо используют питательные вещества из почвы – лишь 5–7 % общего потребляемого количества питательных веществ. В фазу плодоношения растений потребление питательных элементов резко возрастает. Поэтому по мере нарастания вегетативной массы и особенно в период интенсивного образования плодов отзывчивость томатов на удобрения резко повышается. Так, по данным З.И. Журбицкого (1963), у 30-дневных растений томатов на 100 частей азота расходовалось фосфора – 24, калия – 70 и кальция – 89, а в период плодоношения соответственно 48, 291 и 199, т.е. количество фосфора и кальция увеличивалось вдвое, а калия – в 4 раза. Следует иметь в виду также, что для молодых растений требуется

хотя и меньше удобрений, но в более усвояемой форме и бесперебойном их поступлении. Из органических удобрений можно вносить перегной и перепревший навоз. Из минеральных – тоmat наиболее отзывчив на фосфорные удобрения.

Особенно чувствительны растения томата к недостатку фосфора в первые фазы вегетации. В этот период его следует вносить в легкоусвояемой форме, что способствует усилению роста и развития растений, более раннему наступлению плодоношения, увеличению урожая и улучшению качества продукции. Почти весь потребляемый растениями фосфор идет на формирование плодов. При недостатке этого элемента растения томата слабее усваивают азот, что вызывает остановку их роста. Стебель и черешки листа приобретают синеватую окраску, пластинки листа сначала становятся сине-зелеными, позднее – сероватыми. Верхние, физиологически более молодые листья становятся узкими и направляются вверх под острым углом по отношению к стеблю. В дальнейшем, если не будет проведена подкормка растений фосфорными удобрениями, листья по главной жилке скручиваются наружу вниз, а доли листьев свертываются внутрь, плоды плохо созревают, приобретают бронзовую окраску, корни покрываются ржавым налетом. При дальнейшем фосфорном голодании растения остаются карликовыми. Фосфорная недостаточность и отсутствие положительного действия от внесения под томаты фосфорных удобрений могут быть вызваны и недостатком азота в почве.

Азот – необходим для формирования вегетативных органов растений томата. Поэтому особо чувствительны к недостатку азота растения томата в начальный период вегетации и в фазе налива плодов. При недостатке азота приостанавливается рост стебля, листьев и плодов. Листья и стебли приобретают бледно-зеленую окраску, потом желтеют и в нижней части стебля опадают. Пожелтение листьев начинается с середины и переходит к краям. У растений, испытывающих недостаток азота, плоды, как правило, мелкие, деревянистые, бледно-зеленые, при созревании ярко окрашенные. Вместе с тем избыточное питание растений томата азотом способствует интенсивному нарастанию вегетативной массы в ущерб плодоношению.

Калий необходим для формирования стеблей и завязей томатов. Велика его роль в синтезе и передвижении ассимилянтов – углеводов и белковых веществ. Калий участвует в ферментных системах, катализирующих превращение фосфорорганических соединений. При калийном голодании передвижение ассимилянтов замедляется; в листьях накапливается аммиачный азот, что приводит к их обезвоживанию и увяданию; приостанавливается рост стеблей, растения начинают подсыхать; по краям листьев появляются желтовато-коричневые точки, листья скручиваются и отмирают. На кислых почвах у растений нижняя сторона листьев сначала приобретает фиолетовую окраску, а затем появляются коричневые пятна.

К числу наиболее дефицитных элементов для роста и развития растений томатов относится *кальций*. Он стимулирует корнеобразо-

вание и формирование наземных вегетативных органов, устраняет вредное действие веществ, повышающих кислотность почвы, и улучшает усвояемость других элементов минерального питания. При недостатке кальция наблюдается увядание растения, отмирание верхушек стеблей и точек роста у томатов.

Железо входит в состав хлорофилльных зерен, и при отсутствии его листья обесцвечиваются (хлороз) и, следовательно, не могут ассимилировать углекислоту воздуха. После подкормки томатов железными удобрениями хлоротические растения начинают зеленеть, ассимиляция восстанавливается, на растениях появляется завязь, в плодах повышается содержание витамина С.

Магний увеличивает прирост корневой системы растений томата, способствует передвижению питательных веществ, и прежде всего фосфора, из старых листьев и ветвей к растущим органам. При недостатке магния усвоение растениями фосфора снижается, хлорофилльные зерна теряют свою активность, что сказывается на ослаблении фотосинтеза; стебли становятся тонкими, удлинненными и жесткими на концах. Листья поднимаются кверху, приобретают чашевидную форму, а в средней части растения у них замечается пожелтение между жилками, но сами жилки остаются зелеными; окраска пораженных листьев в дальнейшем не восстанавливается. При сильном магниевом голодании пожелтевшие участки между жилками листа начинают буреть, и листья преждевременно засыхают.

Сера необходима для биосинтеза белков. Однако от избытка серы корни томата темнеют, особенно на сырых участках, где может образоваться сероводород, губительно действующий на ткани растений; нижние листья становятся грубобугристыми и завертываются внутрь, края их усыхают, а верхние листья приобретают серовато-желтый цвет. При недостатке серы растения светлеют, жилки молодых листьев с верхней стороны приобретают светло-желтую окраску, а с нижней – лиловую.

Хлор способствует передвижению веществ внутри растений, повышает устойчивость их к болезням, особенно на ранних этапах развития. При недостатке хлора кончики листьев у томата увядают, возможно появление крапчатости на листьях (хлороз) и их отмирание.

Бор усиливает рост плодов, снижает опадение цветков и завязей. При борной недостаточности задерживается приток углеводов к генеративным органам и точкам роста, последние чернеют; растение выглядит кустистым вследствие появления листьев на нижней части стебля; бутоны приобретают коричневый цвет и опадают. Пластинка листьев у основания желтеет, а затем разрывается или разрушается, сохраняется лишь кончик листа. При дальнейшем борном голодании и особенно при недостатке извести стебли становятся хрупкими, черешки листьев приобретают ярко-коричневую окраску, по всей поверхности плодов появляются темные пятна, концы корней отмирают.

Марганец необходим для образования плодов и особенно семян. Растения томата с нормой этого микроэлемента приобретают

большую устойчивость против вирусных болезней, при недостатке его листья приобретают узорчатую пёструю окраску с зелёными жилками. Молодые побеги и почки слабо развиваются, имеют светло-желтую окраску, бутоны приобретают коричневый цвет и опадают, раскрывшиеся цветки не оплодотворяются.

Медь способствует образованию хлорофилла, повышает устойчивость растений томата к болезням и общий урожай плодов и семян. Вместе с тем созревание плодов несколько запаздывает при использовании медных удобрений для подкормки томатов, но листья приобретают более интенсивную – темно-зеленую окраску.

Молибден способствует повышению содержания сухого вещества и аскорбиновой кислоты в плодах томата. При его недостатке на листьях появляются светлые пятна, хлорозные ткани отмирают, листья искривляются.

Цинк вызывает повышение осмотического давления в клетках растений. При недостатке этого элемента листья становятся бледно-зелеными, меньшего размера, рост растений приостанавливается.

Йод ускоряет цветение и созревание томата, урожай повышается за счет развития большего количества плодов и повышения среднего веса плода.

Место в севообороте. Томаты в севообороте нужно размещать по лучшим предшественникам. Из овощных это огурцы, лук, допустима капуста. Хорошие предшественники для томатов также озимая пшеница, кукуруза, сахарная свекла и люцерна. Чтобы избежать распространения различных заболеваний, томаты не следует размещать на одном и том же поле раньше чем через три – четыре года. По этой же причине предшественником томатов не могут быть и другие пасленовые культуры. Следует избегать высадки томатов на одном поле с картофелем, так как при заражении картофеля фитофторой она переходит на томаты.

Удобрение. С учетом видов и степени окультуренности почв под томаты рекомендуется удобрения из расчета $N_{90-120} P_{90-120} K_{90-120}$, навоз 40 т/га. Навоз вносят под зяблевую вспашку как основное удобрение, куриный помет, навозную жижу – при подкормках, перегной и компосты – при посадках и посеве. Фосфорные и калийные удобрения вносят в два приема: 60–70 % от нормы под зяблевую вспашку и оставшуюся часть – при посеве (посадке) и в подкормку. Азотные удобрения применяют путем внесения в почву перед весенней культивацией и при посадке и подкормки. Первую подкормку проводят через 10–15 дней после высадки рассады по 15–20 кг/га действующего начала азотных и фосфорных удобрений, вторую – в начале завязывания плодов такой же дозой удобрений.

Томаты хорошо отзываются на внесение микроудобрений. Борные удобрения эффективны на дерново-глеевых почвах; цинковые – на дерново-подзолистых; марганцевые – на черноземных почвах. В качестве основного удобрения вносят 3 кг/га бора, 5–8 цинка, 1–2 кг/га марганца, подкормку проводят 0,02– 0,1 %-ми водными растворами солей этих микроэлементов. Потребность томатов в меди обычно удовлетворяется опрыскиванием препаратами медного купороса при борьбе с болезнями.

Физалис

Физалис (*Physalis L.*) – род однолетних и многолетних растений семейства пасленовых. Известно свыше 100 видов; в культуре физалис перуанский (*P. peruviana L.*), физалис земляничный [земляничный томат] (*P. pubescens L.*), физалис мексиканский (*P. aequata Jacq.*). Плоды пищевого физалиса отличаются высокими вкусовыми качествами и богатым биохимическим составом. Они содержат сахара, значительное количество витамина С, органические кислоты, микроэлементы, пектиновые вещества. Физалис – единственный овощ, который обладает желеобразующим свойством и поэтому широко применяется в кондитерской промышленности. Кроме того, его плоды употребляют в пищу в свежем виде, используют для приготовления варенья, джема, повидла, компота, икры, их солят, маринуют.

Распространение. Физалис широко распространен на американском континенте. В Российской Федерации выращивают в Центральном районе Европейской части как однолетнюю культуру.

Требования к почве. Под физалис отводят окультуренные, хорошо освещаемые солнцем участки, не подверженные затоплению талыми и дождевыми водами. Его можно выращивать на всех типах почв, за исключением кислых (рН ниже 4,5). На почвах с повышенной кислотностью растения плохо развиваются и болеют. Поэтому такие почвы заранее известкуют. Не следует высаживать физалис на почвах, сильно заправленных навозом. По свежему навозу у физалиса вырастет массивная ботва, а формирование и созревание плодов задерживается. Для этой культуры малопригодны песчаные почвы. На бедных песчаных почвах урожай получается значительно ниже, чем на плодородных почвах, хотя плоды созревают раньше, гораздо вкуснее и содержание сахаров в них выше.

Место в севообороте. Предшественником для физалиса может быть любая культура. Однако после томата, картофеля, перца, баклажана высаживать его раньше чем через 3 года нежелательно, так как эти родственные растения поражаются одними и теми же вредителями и болезнями. Нельзя размещать физалис по физалису во избежание самосева. Лучшие предшественники физалиса: тыквенные, капустные, бобовые, и корнеплодные растения. Особенно хорошо размещать физалис после огурца и капусты.

Удобрение. Физалис хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений. Органические удобрения (навоз) из расчета 30–40 т/га вносят под зяблевую вспашку. Ориентировочные нормы минеральных удобрений N_{90-120} P_{90-120} K_{90-120} . $\frac{2}{3}$ общего количества вносят под зябь или под предпосевную культивацию, остальные – в подкормки. Первую подкормку растений проводят в период массового цветения, вторую – во время плодообразования, третью – через 2–3 недели.

3.11.9. Тыквенные

Арбуз

Арбуз (*Citrullus Forsk*) – род одно- или многолетних растений семейства тыквенных. Известны следующие виды: арбуз столовый (*C. vulgaris Schrad*), арбуз дикорастущий [*C. colocynthis L. (Schrad)*], арбуз кормовой (*C. colocynthoides*). Плоды столового арбуза весят 0,5–15 кг, содержат 8–11 % сахаров, 0,5 – клетчатки, 0,8 – гемицеллюлозы и 0,7 % пектиновых веществ. В небольших количествах в них содержится белок, витамин А и В, филлиевая кислота и минеральные соли. Используются в свежем и засоленном виде, для варки меда (нардек) и приготовления цукатов.

Распространение. Мировой ареал культуры арбуза включает Средиземноморье, степи Украины и юга Российской Федерации с Юго-Западной Сибирью. Далее арбуз возделывается во всех странах Африки, исключая Эфиопию и прилегающие к ней с юга районы, по всей Передней Азии, Аравии и Северной Индии. Культура арбуза широко знакома в Китае, на полуострове Индокитай в Индонезии, восточной части Австралии. В Америке ареал арбуза включает юго-запад США, Мексику, Центральную Америку с Вест-Индией и Южную Америку до 30°ю.ш.

Требование к почве. Родина арбуза – Южная Африка, где распространены красно-бурые и красно-коричневые почвы сухих саванн. Ожелезненность этих почв создает эффект опесчаненности. Особенностью почв саванн является также наличие длительных периодов почвенной засухи, сменяющейся влажными периодами. Культура арбуза во многом унаследовала экологические особенности своей Родины. Арбуз практически безразличен к содержанию в почве гумуса. Высокие урожаи этой культуры получают и на высокогумусных черноземах, и на малогумусных сероземах, светло-каштановых, серо-бурых пустынных и бурых полупустынных почвах при условии обеспечения их влагой. При достаточной рыхлости и структурности почв растения арбуза дают неплохие урожаи на почвах тяжелосуглинистого и легкоглинистого состава, например, на черноземах различных подтипов. Однако экологическая особенность арбуза – давать высокую продуктивность и хорошее качество на почвах легкого гранулометрического состава, в том числе и на песчаных. Нечувствительность арбуза к бедным легким почвам объясняется мощным развитием корневой системы, ее высокой способностью использовать большие объемы почвы и материнской породы. Корни арбуза проникают на глубину 4–5 м и охватывают объем 7–10 м³ почвенной массы. Мощная корневая система обеспечивает относительную засухоустойчивость этой культуры, однако арбуз положительно реагирует резким возрастанием урожайности и на достаточную влажность почвы (Вальков В.Ф. и др., 2007).

Арбуз – культура нейтральных и слабощелочных почв – рН 6,0–8,6. Однако оптимальная реакция почвенного раствора для этой культуры несколько уже и находится в интервале рН 7,0–8,5 (табл. 174; Вальков В.Ф. и др., 2003).

Таблица 174 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для арбуза

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	-	1-6	-
pH водной суспензии	6,5-7,0	7,0-8,5	8,5-8,7
Плотность, г/см ³	1,10-1,30	1,30-1,50	1,50-1,60
Содержание физической глины, %	5-10	10-40	40-60
Обменный Na, % от ЕКО	-	менее 3	3-5
Плотный остаток, %	-	менее 0,2	0,2-0,3
Содержание CaCO ₃ , %	-	0-5	5-10

Растет арбуз хорошо на карбонатных почвах. Не выносит солонцеватости. Плохо удается на слитых и других тяжелых заплывающих почвах.

Место в севообороте. Лучшими участками под арбузы считаются целина и многолетняя залежь. При распашке целинных земель и введении их в севообороты предшественниками арбуза являются пласт многолетних трав, оборот пласта, а также озимые культуры, идущие по удобренным черным парам. Если же озимые высевались после пропашных культур, то лучшим предшественником для арбуза будут яровые зерновые, а не озимые.

Удобрение. Оптимальные нормы удобрений для арбуза определяют с учетом выноса из почвы элементов питания. На формирование 1 кг товарной продукции растение арбуза расходует 2,08–2,87 г азота, 0,56–0,62 – фосфора и 2,16–3,08 г калия. Фосфорные удобрения больше требуются в начальный период роста и развития растений. Азотно-калийные – влияют на образование генеративных органов – женских цветков. Избыток азота задерживает формирование цветков. Калий способствует ускорению созревания, особенно влияет на характер плодообразования. Фосфорно-калийные удобрения улучшают качество плодов арбуза и содержание в них сахара. Отсутствие мезоэлементов кальция и железа в почвенном растворе снижает усвояемость растениями фосфора.

Система удобрения арбуза включает органические и минеральные удобрения. Перегной или перепревший навоз вносят из расчета 20–30 т/га в сочетании с минеральными удобрениями. Внесение свежего навоза под арбузы снижает полевую всхожесть семян, товарные и вкусовые качества плодов, способствует образованию грубой консистенции мякоти, задержке созревания, большему поражению растений болезнями. На Северном Кавказе чаще практикуется выращивание арбузов без внесения органических удобрений.

Годовая норма минеральных удобрений в Волгоградской области составляет N₆₀P₉₀K₆₀, Астраханской области – N₁₀₋₁₂₀P₈₀₋₁₀₀K₂₀₋₂₅, на Северном Кавказе N₁₀₀₋₁₅₀P₁₅₀₋₂₀₀K₆₀₋₈₀. Это количество вносят в несколько приемов: в качестве основного удобрения в Астраханской области N₅₀₋₆₀P₄₀₋₅₀K₂₀₋₂₅, Волгоградской области – P₆₀K₆₀: при посевного

Астраханской области – P₂₀₋₂₅, на Северном Кавказе P₅₀₋₇₀; подкормки – Астраханской области – N₂₅₋₃₀P₂₅₋₃₀ (первая подкормка), N₂₅₋₃₀ (вторая подкормка); Волгоградской области составляет N₃₀P₁₅ (первая подкормка) N₃₀P₁₅ (вторая подкормка), на Северном Кавказе N₅₀₋₇₅P₅₀₋₇₀K₃₀₋₄₀ (первая подкормка) N₅₀₋₇₅P₅₀₋₇₀K₃₀₋₄₀ (вторая подкормка). Первую подкормку проводят при появлении 2–3 настоящих листьев, вторую – перед появлением женских цветков. Азотные удобрения, внесенные в поздние сроки, особенно в начале формирования плодов, задерживают их созревание и снижают сахаристость. При этом азот, поступая в растения, полностью не перерабатывается ими в полноценный белок, в результате чего накапливается в виде нитратов в плодах. При подкормках удобрения заделывают с двух сторон растений на расстоянии 25–30 см при первой и 60–70 см при второй. При внесении удобрений в сухую почву они остаются недоступными растениями, и при больших дозах создается высокая концентрация почвенного раствора, особенно при местном их внесении. В этом случае удобрения могут оказать отрицательное влияние на растения.

Дыня

Дыня (*Cucumish L.*) – род однолетних травянистых растений семейства тыквенных. Известны следующие виды: дыня змеевидная (*C. Alexuosus L.*), дыня декоративная (*C. microcarocarpus Pang.*), дыня китайская (*C. chinensis Pang.*), дыня обыкновенная, или столовая (*C. melo L.*). Плоды дыни содержат до 15–20 % сахаров, богаты витамином A₆ и микроэлементами. В семенах – 25–30 % пищевого масла.

Распространение. Дыня широко культивируется в США, Индии, Иране, Афганистане, Малой Азии, на Балканах, в Испании, Италии, Франции, Японии, Молдавии, на Украине, Закавказье и Среднеазиатских странах. Дыня широко распространенная культура на Юге Российской Федерации. Наибольшие площади дыни находятся в Астраханской, Волгоградской областях и в Краснодарском крае.

Требования к почве. Родина дыни – Средняя Азия, Афганистан и Иран, где она произрастала на коричневых и серо-коричневых почвах, и многие столетия культивировалась при орошении на сероземах. Это сравнительно богатые почвы среднего и тяжелого гранулометрического состава, поэтому дыня требовательна к плодородию почв. Кроме субтропических коричневых, серо-коричневых почв и сероземов, дыня хорошо растет на черноземных почвах разных подтипов, на почвах речных долин, не отличающихся засолением, солонцеватостью и заболоченностью. Крайне отрицательно реагирует на слитые и тяжелые заплывающие почвы. Дыня развивает меньшую по объему корневую систему и более требовательна к влаге, чем арбуз. Хорошо растет на карбонатных почвах. Оптимальная реакция среды – 7,0–8,5 (табл. 175; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 175 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для дыни

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	1–4	4–8	–
pH водной суспензии	6,5–7,0	7,0–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,45	1,35–1,50	1,45–1,60
Содержание физической глины, %	20–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	3–5
Плотный остаток, %	–	< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–8

Место в севообороте. Лучше высевать дыню на целинных и залежных землях. На старопахотных землях хорошими предшественниками для этой культуры являются многолетние травы, озимые и яровые зерновые культуры. На Северном Кавказе хорошие результаты показало выращивание дыни после кукурузы на силос. Возможно ее возделывание в овощном, кормовом, полевом и рисовом севооборотах. Недопустима монокультура. Если дыню выращивать на одном и том же месте, то уже на третий год резко снижается урожай из-за большой ее заболеваемости.

Удобрение. На создание 1 кг товарной продукции дыня расходует в среднем 1,12 г азота, 0,58 – фосфора и 2,95 г калия.

На посевах дыни наиболее эффективно сочетание минеральных и органических удобрений. Из органических удобрений под эту культуру вносят перепревший навоз или перегной. Навоз вносят под зяблевую вспашку из расчета 50–60 т/га, а в сочетании с минеральными на плодородных черноземных почвах норму сокращают до 20–30 т/га. Минеральные удобрения, внесенные в полной норме, по эффективности не уступают органическим. Нормы минеральных удобрений зависят от плодородия почвы и величины планируемого урожая. Для черноземных почв Северного Кавказа ориентировочные нормы N_{70–90}P_{60–100}K_{30–50}, пойменных почв – N_{50–60}P_{60–100}K_{30–50}. При сочетании минеральных удобрений с органическими количество компонентов уменьшают примерно в два раза. Всю норму калийных, половину – фосфорных и азотных удобрений рекомендуется вносить осенью под основную обработку почвы, а оставшиеся азотные и фосфорные удобрения используют для местного внесения при посеве (особенно фосфор), и для подкормок.

Огурец

Огурец (*Cucumis sativus L.*) – однолетнее травянистое растение семейства тыквенных. Употребляют в свежем виде и в большом количестве идет на техническую переработку. Плод огурца содержит 4–5 % сухого вещества, 1,5–2,0 % сахаров, 0,5–1,0 % белковых веществ и 95–96 % воды; аскорбиновая кислота, тиамин (витамин В₁), рибофлавин (В₂), фолиевая (В₉) и пантотеновая кислоты. Огурец хороший источник иода и целого ряда микроэлементов.

Распространение. Северная граница огурца в открытом грунте достигает средней части Швеции и Норвегии, южных районах Канады. Большие посевные площади под огурцы заняты в США, Китае, Индии, Японии. В Российской Федерации его выращивают повсеместно в южных и центральных районах Европейской части, южных районах Сибири, Урала, Дальнего Востока, Красноярского края, Тюменской, Пермской областей, в Архангельской области и Карелии. На Северном Кавказе огурец занимают ежегодно большие площади.

Требования к почве и особенности минерального питания растений. При выборе под посев огурца участка необходимо строго учитывать биологические особенности этой теплолюбивой культуры. Его лучше размещать на окультуренных, с южным склоном, хорошо прогреваемых участках, защищенных от холодных господствующих ветров. Наиболее подходящими по гранулометрическому составу являются супесчаные и легкие суглинистые почвы, с высоким содержанием гумуса. На заплывающих тяжелых по гранулометрическому составу почвах корни растут медленно, растения слабо поглощают воду и питательные вещества и дают низкие урожаи. Благоприятными для выращивания огурца являются плодородные пойменные земли, богатые легкоусвояемыми питательными веществами. Огурец лучше развивается при слабокислой или нейтральной реакции почвы (рН 6,5–7,0), допустимы колебания рН от 4,0 до 7,6.

Для образования 10 т плодов и соответствующего количества вегетативных органов огурец потребляет примерно 30 кг азота, 15 кг P_2O_5 и 45 кг K_2O . В соотношении элементов питания в урожае огурцов в южных районах относительно повышается удельная масса азота, а в более северных районах – фосфора и калия. В урожае тепличных огурцов соотношение питательных веществ другое, чем в открытом грунте. В условиях тепличной почвенной культуры на образование 10 кг плодов огурцов требуется в среднем 21 г азота, 11 – фосфора (P_2O_5) и 48 г – калия (K_2O).

В связи со специфическим поверхностным расположением корневой системы в почве и высокой интенсивностью (70-80 %) потребления элементов питания в период плодоношения огурец относят к культурам, требовательным к условиям минерального питания. Поступление элементов питания у огурца соответствует темпам накопления сухого вещества, самое интенсивное образование которого происходит в период плодоношения. Характер потребления отдельных элементов питания имеет специфические особенности. Когда происходит интенсивное образование стеблей и листьев у огурца, то сильнее потребляется азот, а затем, когда начинают формироваться плоды, увеличивается накопление калия. Впоследствии может наблюдаться второй максимум преобладания поступления азота над калием в связи с новым нарастанием плетей.

Первые 10–15 дней после появления всходов огурец медленно поглощают фосфор в последующем при быстром росте вегетативных органов и в дальнейшем в период плодообразования происходит интенсивное усвоение этого элемента (табл. 176). Эти особенности по-

требления азота, фосфора и калия огуречным растением обуславливают эффективность подкормки в начале образования плодов. Хорошее питание огурца в первый период – до начала плодоношения, способствуя быстрому формированию вегетативных органов, положительно сказывается на урожае плодов. Прием дробного внесения удобрений важен еще потому, что огурец относится к культурам, которые отрицательно реагируют на повышенную концентрацию минеральных солей, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах.

Таблица 176 – Поглощение питательных веществ огурцами, % от максимального

Число дней после появления всходов	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
16	6	8	3
30	28	24	16
44	56	47	41
58	76	75	69
75	100	100	100

Место в севообороте. Лучшие предшественники для огурца – многолетние и однолетние травы. Из овощных растений наиболее пригодны в качестве предшественника культуры, идущие по пласту многолетних трав или по навозному удобрению, не принадлежащие к семейству тыквенных – капуста, томат. В овощных травопольных и паропропашных севооборотах хорошими предшественниками огурца являются ранние овощные культуры – ранняя и цветная капусты, бобовые, ранний картофель, ранние томаты, лук, зеленные, а также морковь, перец, баклажан, кукуруза. Огурец, в свою очередь, хороший предшественник для большинства овощных культур.

Удобрение. Огурец является одной из самых отзывчивых овощных культур на органические удобрения. Внесение их повышает рыхлость и воздухопроницаемость почвы, улучшает условия минерального питания растений, а выделяющаяся при разложении органического вещества углекислота является дополнительным источником воздушного питания. Все это благоприятствует росту корневой системы и надземных органов огуречного растения.

Оптимальные условия питания огуречного растения создаются при достаточном содержании в почве элементов питания невысокой концентрации. Поэтому хорошие урожаи получаются при совместном внесении органических и минеральных удобрений. Нормы удобрений на черноземах N₆₀₋₉₀ P₆₀₋₉₀ K₆₀₋₉₀, навоз 40–60 т/га. Органические удобрения под огурцы при зяблевой вспашке заделывают на глубину пахотного 18–20 см слоя почвы, а весной на глубину 13–15 см. Однако органические удобрения медленно разлагаются в почве. Поэтому для лучшего обеспечения растений питательными веществами, особенно в молодом возрасте, необходимо применять совместно органические и минеральные удобрения. Нормы минеральных удобрений зависят от типа почвы и планируемой урожайности огурца (табл. 177).

Таблица 177 – Ориентировочные нормы минеральных удобрений под огурец, кг/га д. в.

Почва	Планируемая урожайность, ц/га	Навоз, т/га	Азотные			Фосфорные			Калийные		
			окультуренность почв			обеспеченность почв подвижным фосфором			обеспеченность почв обменным калием		
			средняя	хорошая	высокая	низкая	средняя	высокая	низкая	средняя	высокая
Дерново-подзолистые	100–200	60–80	60	30	0	80	60	40	90	60	30
	200–300		90	60	30	-	80	60	-	90	60
Пойменные	100–200	40–80	60	30	0	80	60	40	120	90	60
	200–300		90	60	30	-	80	60	-	120	90
Южные черноземы и каштановы	100–200	20–40	75	60	45	60	45	30	60	30	0
	200–300		90	75	60	75	60	45	80	60	30

При выявлении с помощью растительной и почвенной диагностики в течение вегетации огурцов недостатка в почве питательных веществ необходимо проводить их подкормку минеральными удобрениями. Ее осуществляют только на нейтральных почвах в период появления первого настоящего листка и в период образования первых завязей. Оптимальная доза минеральных удобрений для подкормки $N_{10}P_{20}K_{20}$. Первую корневую подкормку семенной культуры проводят через две недели после всходов с использованием нитрофоски или ЖКУ. Возможна и вторая подкормка в начале массового плодоношения (для продления этой фазы) калийной селитрой или смесью мочевины, калимагнезии, хлористого калия. Необходимость второй подкормки контролируют тканевой диагностикой.

При образовании нестандартных (уродливых) огурцов следует применять борные удобрения для некорневой подкормки (200–250 г/га бора). Аналогичный результат дает также и обработка семян огурцов 0,1 %-м раствором бора.

Тыква

Тыква (*Cucurbita L.*) – род одно- и многолетних растений семейства тыквенных. Наибольшее значение имеют 3 вида: тыква крупноплодная, или гигантская (*C. maxima Duch.*), тыква твердокорая [обыкновенная] (*C. pepo L.*) и тыква мускатная (*C. moschata Dich.*). Тыква обыкновенная по способу культуры, сроком созревания и употребления подразделяется на зимнюю (бахчевую) и летнюю (овощную).

Овощная тыква представлена кустовыми формами: кабачок, патиссон, крукнек. Кабачок (*C. Pepo L. var. giraumonts*) – однолетнее однодомное растение с прямостоящими, неветвящимися, обычно нестелющимися побегами. Патиссон (*C. pepo L. var. melopepo*), как и кабачок, относится к кустовой скороспелой форме твердокорой тыквы. Крукнек

(*C. pepo var. subverrucosa*) – формирует компактный куст высотой 50–70 см. с сердцевидными или пятиугольными листьями.

Химический состав кабачков (в % на сырое вещество): вода 88–95, сухое вещество 5–12, сумма сахаров – 2–6, из которых сахара составляет 10–12 %, клетчатка 0,5–0,7, сырой белок 0,5–1,1. Жиры в кабачках содержится 0,3 г, органических кислот 0,1 и золы 0,4 г на 100 г съедобной части. Витамины (мг/100 г сырой массы): В₁ и В₂ – по 0,03, В₅ – 0,11, В₆ – 14, РР – 0,60, С– 10–18, каротин 0,5–0,7. Зольные элементы – 0,4 %, в т. ч. (в мг на 100 г сырой массы) натрий – 2, калий – 238, кальций – 15, магний – 9, фосфор– 12, железо – 0,4. Энергетическая ценность 27 ккал. Из распространенных тыквенных кабачки – единственная культура, имеющая в составе мякоти жир, меньше всего содержит клетчатки, по содержанию витамина В₆ почти в два раза превышает дыню и в 1,2 раза арбуз, выделяется повышенным содержанием витамина РР, меньшей насыщенностью натрием, магнием, железом. В семенах по сравнению с распространенными тыквенными культурами больше всего содержится жира – 41,3 % и азота – 5,6 % на сухое вещество. Кабачки рекомендуются при отеках, так как в них содержится много калия, способствующего выведению жидкости из организма. Имеют лечебное значение как диетический продукт. Рекомендуются при заболевании почек, желчного пузыря, желудочно-кишечного тракта, а также гипертонии. Патиссоны превосходят кабачки по содержанию витаминов и минеральных солей. Они содержат значительное количество калия, никотиновую кислоту, рибофлавин, азотистые вещества микроэлементы, биостимуляторы. В пищу используется молодая завязь-зеленец. Плоды крукнека по питательности значительно превосходят плоды кабачка и патиссона. Молодые завязи употребляют сырыми, вареными, жареными, в соленом и маринованном виде.

Распространение. Культура тыквы распространена всюду, где развито земледелие, за исключением северных районов, лежащих за пределами 63°с.ш. Наибольшие площади тыквы в нашей стране находятся на Северном Кавказе, Юго-Востоке и Центрально-Черноземных областях Российской Федерации.

Требования к почве. Тыква хорошо растет на всех подтипах черноземов суглинистого, тяжелосуглинистого и легкосуглинистого гранулометрического состава. Может произрастать также и на супесях в зонах каштановых и черноземных почв. В Нечерноземной полосе на серых и бурых лесных почвах лучшим составом является суглинистый, а тяжелые глины и супеси неудовлетворительны. В субтропических условиях тыквы возделывают практически на всех почвах от сероземов до красноземов и желтоземов. Очень широкий предел оптимальной реакции среды характерен для тыквы, от 5,5 до 8,5 (табл. 178; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Тыква очень хорошие условия находит на суглинистых почвах речных долин (аллювиальные, лугово-аллювиальные, луговые, лугово-черноземовидные). Она легко мирится как со слабокислыми, так и со щелочными карбонатными почвами.

Таблица 178 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для тыквы

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	2–4	4–8	–
pH водной суспензии	5,0–5,5	5,5–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,55
Содержание физической глины, %	15–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	менее 3	3–5
Плотный остаток, %	–	менее 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–8

Место в севообороте. Лучшими предшественниками для тыквы являются: капуста, лук, картофель, морковь, бобовые культуры. На прежнем месте ее можно сеять не раньше чем через 4 года. Она сравнительно неплохо переносит близкое залегание грунтовых вод (на глубине 60–70 см) и в засушливые годы на таких участках дает высокий урожай. Тыква является хорошим предшественником для многих овощных культур.

Удобрение. Тыква отличается высокими темпами нарастания вегетативной массы, в результате чего у нее повышенная потребность в элементах питания. На образование 1 кг урожая она в среднем потребляет 1,6 г азота, 2,6 – фосфора и 2,6 г калия. Из бахчевых культур тыква – самая отзывчивая на внесение органических удобрений. Лучшее органическое удобрение для нее – перепревший навоз. Можно использовать также перегной. Норма внесения навоза 50–100 т/га, перегной 30–40 т/га. На тяжелых и бесструктурных почвах вносят большие, на легких – меньшие нормы. Нормы минеральных удобрений под тыкву устанавливают в зависимости от содержания элементов питания в почве. На черноземах ориентировочные нормы удобрений: N_{90–120}P_{100–140}K_{50–70}, на пойменных почвах: N_{60–100}P_{80–120}K_{40–60}. Калийные и половину фосфорных удобрений вносят под основную обработку почвы, а оставшиеся фосфорные и азотные удобрения используют перед посевом и на подкормки. Как правило, проводят две подкормки: первую в фазе 3–5 листьев, вторую – в начале образования плетей.

Система удобрения кабачков и патиссонов базируется на следующих этапах: внесение навоза по 60–80 т/га на дерново-подзолистых и 40–60 т/га на пойменных почвах, применение минеральных удобрений в нормах N_{120–150}P_{90–120} K_{120–180}. Кабачки и патиссоны очень отзывчивы на подкормки, особенно азотными удобрениями. Поэтому половину азотных удобрений целесообразно вносить в 2–3 подкормки (с поливом) – в период цветения и в начале плодоношения. На супесчаных почвах, бедных обменным калием, целесообразно применять калийные подкормки.

3.12. Плодовые культуры

Плодовые культуры – группа древесных, кустарниковых, полукустарниковых растений и лиан, дающих сочные или твердые съедобные плоды. В Российской Федерации в качестве плодовых культур используются растения, относящиеся к разным хозяйственно-ботаническим группам – семечковые, косточковые, орехоплодные, ягодные.

Семечковые культуры – плодовые растения с многосемянными сочными плодами – яблоками. Наиболее распространены из них: яблоня, груша, айва, рябина, ирга, мушмула и боярышник.

Яблоня (Malus Mill.) – род растений семейства розоцветных. Включает 36 видов; наиболее распространены: яблоня домашняя [культурная] (*M. domestica Borkh.*); яблоня лесная (*M. sylvestris Mill.*); яблоня восточная или кавказская (*M. orientalis Uglitz.*); яблоня низкая (*M. pumila Mill.*); яблоня Сиверса (*M. Sieversii M. Roem.*); яблоня ягодная (*M. laccata Borkh.*); яблоня сливолистная [китайская] (*M. prunifolia Bork.*).

Химический состав плодов яблони изменяется в зависимости от сорта, степени зрелости и условий культуры. Яблоки содержат: 5–15 % сахаров, около 0,37 – яблочной кислоты, 0,11 – лимонной кислоты, 0,69–1,74 – пентозанов, 0,58–1,38 – клетчатки, 0,025–0,27 – дубильных веществ, 84–90 % воды, витамины; из сахаров преобладает фруктоза (6,5–11,8 %), на долю глюкозы приходится 2,5–5,0 % и сахарозы – 1,0–5,3 %.

Груша (Pyrus L.) – род плодовых деревьев семейства розоцветных. Известно около 60 видов; важнейшие из них: груша обыкновенная или лесная (*P. communis L.*), груша снежная (*P. nivalis Jacq.*), груша Буассье (*P. boissieriiana Buhse*), груша Коржинского (*P. korshinskyi Litv.*), груша уссурийская (*P. ussuriensis Maxim.*).

Химический состав груши: 80 % воды, 10,4 – сахаров, 0,3 – органических кислот, 0,03 – дубильных веществ, 2,6 – клетчатки, 0,4 – азотистых веществ, 0,35 % золы; витамины А, В, С.

Айва (Cydonia) – род растений семейства розоцветных. Представлен одним видом – айвой обыкновенной (*C. oblonga Mill.*). Плоды айвы содержат 7,2–15,1 % сахаров, 0,24–1,26 – органических кислот, 0,18–0,98 % пектина.

Боярышник (Crataegus L.) – род растений семейства розоцветных. Известно около 100 видов. Для декоративных посадок (живые изгороди) в основном используют боярышник кроваво-красный, или сибирский (*C. sanguinea Pall.*) и боярышник восточный (*C. orientalis Pall.*). Плоды боярышника кроваво-красного съедобные. В их состав входят до 10 % сахара, около 0,5 % яблочной кислоты, до 30 % аскорбиновой кислоты, 0,5 % каротина.

Рябина (Sorbus L.) род растений семейства розоцветных. Известно 84 вида, введено в культуру 14. Наибольшее значение имеет рябина обыкновенная (*S. aucuparia L.*). Используют в пищу плоды в свежем, моченом, мороженном и переработанном (варенье, наливки) виде. Они содержат 4,0–14,0 % сахара до 60 мг % аскорбиновой кислоты, каротин, органические кислоты, дубильные вещества.

Мушмула (Mespilus) – род растений семейства розоцветных. В культуре мушмула обыкновенная или германская (*M. germanica* L.). Плоды используют в свежем и переработанном (компот, варенье) виде. Они содержат до 10 % сахаров, 1,1 % яблочной кислоты, 1,6–16,0 мг % витамина С.

Ирга (Amelanchier Medic.) – род растений семейства розоцветных. Известно около 25 видов; наиболее распространена ирга обыкновенная или круглолистная (*A. rotundifolia* Dum. – Cours.). Имеет значение как плодовое, медоносное и декоративное растение. Свежие плоды содержат до 10 % сахара и 0,4–1,1 % яблочной кислоты.

Косточковые культуры – группа плодовых пород, имеющих плод костянку. К ним относятся: абрикос, алыча, вишня, калина, кизил, облепиха, персик, слива, черешня.

Абрикос (Armeniaca Mill.) – род плодовых деревьев семейства розоцветных. Род включает 12 видов; в культуре наиболее распространен абрикос обыкновенный (*A. vulgaris* L. [Lam.]). Плоды абрикоса содержат 5–20 % сахаров, 0,40–1,30 % пектиновых веществ, до 10 мг % каротина, яблочную, лимонную и другие органические кислоты, в семенах содержится 30–60 % жира. Потребляется в свежем, сушеном и консервированном виде.

Алыча [ткемали, вишне-слива] (*Prunus divaricata*) плодовое растение семейства розоцветных. Плоды содержат 5–10 % сахаров, 1,5–4,0 % яблочной и лимонной кислот, 0,3–1,5 % пектина, 8–16 мг % аскорбиновой кислоты и 2,0–2,8 мг % провитамина А.

Калина (Viburnum L.) род растений семейства жимолостных. Известно около 200 видов. Важнейшие из них: калина обыкновенная (*V. opulus* L.), калина восточная (*V. orientalis*), калина буреинская (*V. burejaeticum*) и калина Сарджета (*V. sargentii*). В состав плодов калины входят изовалериановая, каприловая, муравьиная и другие кислоты, витамин С, каротин, сахара, дубильные и пектиновые вещества.

Вишня (Cerasus Juss.) – род древесных растений семейства розоцветных. Из 150 видов вишни производственное значение имеет вишня обыкновенная (*C. vulgaris* Mill.). Плоды вишни содержат 7,5–17,5 % сахаров, 0,8–2,4 % органических кислот, 0,15–0,88 % дубильных веществ.

Кизил [дерен] (*Cornus mas* L.) – род древесных растений семейства кизиловых. Известно 4 вида, в Российской Федерации встречается 1 вид – кизил мужской или обыкновенный (*C. mas*). Высокие пищевые и лекарственные свойства кизила обусловлены наличием в плодах легко усвояемых сахаров – глюкозы и фруктозы, органических кислот – яблочной, галловой, глиоксалевой, салициловой, ароматических, дубильных и пектиновых веществ, минеральных солей.

Облепиха (Hippophae L.) – род растений семейства лоховых. Известно 3 вида. В Российской Федерации 1 вид – облепиха крушиновидная (*H. zhamnoides*). Плоды богаты витаминами, используются для приготовления настоек, наливок, варенья, для получения облепихового масла.

Персик (Persica Mill.) – род растений семейства розоцветных. Известно 5 видов: персик обыкновенный (*P. vulgaris* Mill.), персик

гансунский (*P. kansuensis* Kov. et Kost.), персик Давида (*P. dawidiana* Cazz.), персик Потанина (*P. potanini* Kov. et Kost.), персик удивительный (*P. mira* Kov. et Kost.). В культуре в основном персик обыкновенный. Плоды содержат 6,0–14,5 % сахаров, 0,5–1,2 % пектиновых веществ, 9,58–20 мг % витамина С, 0,5–10 мг % провитамина А.

Слива (*Prunus* Mill.) – род плодовых растений семейства розоцветных. Известно свыше 30 видов. Из них важнейшее значение имеет слива домашняя, или слива обыкновенная. Кроме сливы домашней в Российской Федерации выращиваются слива уссурийская (*P. ussuriensis* Kov. et Kost.) и слива черная или канадская (*P. nigra* Ait.). В плодах сливы домашней содержится 10–21 % сахаров, яблочная, лимонная, вишневая и другие органические кислоты, витамины В₁, В₂, С, К, РР, провитамин А.

Черешня [вишня птичья, черешня птичья] (*Cerasus avium* Moench.) – плодородное дерево семейства розоцветных. Плоды содержат 7–15 % сахаров, 0,35–1,10 % органических кислот, 72–85 % воды.

Орехоплодные. Орехоплодные растения – группа плодовых древесных пород, дающих плоды, известные под общим хозяйственным названием «орехи».

К орехоплодным растениям относятся породы семейств: ореховых – грецкий орех (*Juglans regia* L.) и пекан (*Carya pecan* Engl. et Graebn.); березовых – фундук [лещина крупная] (*Corulus maxima* Mill.), лещина [орешник] (*Corulus* L.); розоцветных – миндаль (*Amygdalus* L.); буковых – каштан сладкий (*Castanea* Mill.), бук (*Fagus* L.); сосновых – кедр сибирский (*Cedrus* Link.); сумачовых – фисташка настоящая (*Pistacia* L.).

Каштан представляет большую ценность, прежде всего, как плодородное дерево, дающее сладкие, богатые питательными веществами плоды – орехи (каштаны). Плоды каштана содержат 62 % крахмала, 15–17 – сахаров, 5–6 – белков, 2–2,5 % жира. В них много витамина С. Они широко используются в пищу в сыром, вареном, печеном, жареном виде, для приготовления различных блюд, в кондитерской и пищевой промышленности. Из каштановой муки готовят суррогат кофе и какао. Каштаны также широко используются в кондитерской промышленности и как приправа к различным блюдам. Из каштана добывают дубильный экстракт. Каштановый экстракт составляет около 20 % мирового производства дубильных экстрактов. Благодаря большому содержанию дубильных веществ, древесина каштана отличается способностью противостоять сырости, гниению и не подвергается червоточению. Благодаря глубоко идущей корневой системе, он является хорошим средством для борьбы против смывов почвы в горных районах. Каштан также является прекрасным медоносным растением.

Лещина является высокоценным пищевым продуктом. В ядрах фундука содержится 69–70 % жира и 16,3 – белка. Кроме того, они богаты углеводами, органическими кислотами, витаминами и зольными веществами. Ореховое масло имеет в своем составе ненасыщенные жирные кислоты: олеиновую, линолевою, пальмитовую и стеарино-

вую. Орехи лещины употребляют в пищу в сухом виде, реже – в поджаренном и очень редко – в состоянии молочной зрелости.

Грецкий орех является одной из ценнейших плодово-древесных пород. Его называют «деревом-комбинатом». Практически все составные части этого дерева: листья, кора ствола и корней, древесина, зеленые и зрелые плоды, а также их скорлупа применяется в различных сферах человеческой деятельности. Основная масса плодов грецкого ореха употребляется в сушеном виде. Из зеленых плодов орехов варят вкусное, богатое витаминами ореховое варенье. Ядро грецкого ореха содержит группу витаминов В, а также витамины А, С, Е, РР. Ореховое масло является главным компонентом запасных питательных веществ. В его состав входят незаменимые жирные кислоты: линолевая и линоленовая, которые не синтезируются в организме человека, поступают только вместе с пищей. Гидролизаты белков ореха содержат почти все аминокислоты: лизин, аргинин, гистидин, глицин, треонин и аспарагиновую кислоту. Наличие в ядре ряда незаменимых жирных и аминокислот, а также высокое содержание большой группы важных для человека витаминов обусловили высокую питательную, диетическую и лечебную ценность ореха грецкого. Из ядер грецкого ореха добывают высокоценное масло, которое употребляется в пищу и используется для изготовления халвы и других кондитерских изделий.

3.12.1. Распространение

Родина *айвы* – Переднеазиатский очаг происхождения культурных растений. В диком состоянии она произрастает в Иране, малой Азии и на Кавказе. Культивируют айву в Средиземноморье, Западной Европе, Северной Америке, Японии, Молдавии, на Украине, странах Средней Азии и Закавказья. В Российской Федерации ее возделывают в Поволжье и на Северном Кавказе.

Родина *боярышника* – умеренная и субтропическая области Северной Америки и Евразии, включая Средиземноморье. Как плодовая культура он возделывается в Китае, Афганистане, Иране, Турции, Италии, Испании, Марокко, Алжире и Тунисе. Основные очаги видообразования размещены в субтропиках Восточной Азии, Гималаях, Средней Азии, на Кавказе, в Средиземноморье и Европе. В культуре боярышник очень давно. Северная граница его ареала в Российской Федерации проходит по линии Санкт-Петербург – Ярославль – Нижний-Новгород – Уфа – Оренбург.

Основным центром происхождения *яблони* считается территория, включающая Северный Кавказ, Закавказье, крупнейшие горные системы Азии, Копег-даг, Гиссарский, Зеравшанский, Алтайский, Заилийский, Ферганский хребты, Таласский Алатау, Тянь-Шань и ближайшие к ним районы. Важнейший район культуры яблони в Российской Федерации Северный Кавказ. В Европейской части страны культура яблони наиболее распространена в Рязанской, Тульской, Липецкой, Орловской, Курской, Воронежской, Тамбовской областях, а также в Поволжье.

Культура *абрикоса* в северном полушарии ограничена на севере линией, идущей от юго-запада Англии через Среднюю Европу, юг Украины и России к устью Урала, далее к устьям Амударьи и Сырдарьи, к югу от Балхаша через юг Синьцзянь-Уйгурского района, середину бассейна Хуанхэ и пролив Дутару. В Америке эта линия почти в широтном направлении идет от Ванкувера к Великим озерам и Новой Шотландии. Тропический разрыв в ареале абрикоса в Америке проходит по северной границе Мексики, а в Старом Свете – по северной границе Западной Сахары, Средиземноморью, южной границе Ирана, по югу Ирана до устья Инда и затем к югу от Гималаев по середине бассейна Янцзы и к югу от Японских островов. В южном полушарии культура абрикоса встречается в юго-восточной части Бразилии и Уругвае, в нетропической Австралии, включая и Тасманию. В местах естественного происхождения абрикос поднимается на высоту до 800-1000 м. Абрикос культивируется в Китае, Северной Индии, Иране, Северной и Южной Африке, Австралии, Южной Европе и Северной Америке. На Земном шаре имеется всего 350 тыс. га абрикосовых садов, а валовые сборы составляют 1000-1200 тыс. т плодов в год.

Алыча – растение преимущественно южных широколиственных горных лесов, она занимает осветленные места у опушек леса, по речным террасам, иногда и поймы рек и их берега. Все известные на сегодняшний день разновидности алычи занимают определенные географические ареалы в Средней и Передней Азии. Общий ареал алычи простирается далеко на запад, охватывая Балканский полуостров, Южные Альпы и другие территории Западной Европы. В культуре она известна в Украине, Греции, Болгарии, Югославии, Албании, Италии и Франции. Ежегодные сборы плодов алычи составляют не менее 100 тыс. т.

Вишня возделывается, если не принимать во внимание Австралию, исключительно в умеренной зоне северного полушария. Среди стран этой зоны доминирующее положение, по культуре вишни, занимает Европа, на долю которой приходится более 75 % мирового сбора плодов вишни; второе место (15 %) принадлежит Северной Америке, третье (5 %) – странам Ближнего Востока. Доля Дальнего Востока и Австралии, взятых вместе, не достигает даже 1 %. Ежегодное мировое производство плодов вишни около 2,5 млн. т, из них более половины получают в Европе.

Промышленные плантации *черешни* имеются в США, Германии, Югославии, Чехии, Польше, Австралии, Португалии, на Украине и в Молдавии. Урожайность плодов черешни – 45-105 ц/га.

Современный ареал распространения *кизила* – это понтийское Средиземноморье: южные присреднеземноморские районы Европы, южные предгорья восточных Карпат, а также Крым, Кавказ и Малая Азия. В Европе дикий кизил растет на юге Бельгии, во Франции, Средней Италии, Польше, Молдавии, на Украине, в Румынии, Чехии, Словакии, Венгрии, Югославии, Англии, Германии. В Российской Федерации кизил распространен на Северном Кавказе. Здесь он известен давно и является одним из наиболее популярных плодовых растений. Ежегодные сборы дикорастущего кизила достигают 30–40 тыс. т.

Облепиха в диком виде растет в приатлантических и южноскандинавских районах Западной Европы, на Балканах, в Турции, Иране, Афганистане, Пакистане, гималайских районах Индии, Китае, Монголии, на Кавказе, в Средней Азии, Южной Сибири и в Забайкалье.

Ареал культурного *персика* довольно широк – от 50° с.ш. до 35–40° ю.ш. Культивируется почти во всех субтропических и тропических странах северного и южного полушарий. Мировое производство персика в основном сосредоточено в Италии, Франции, Болгарии, Испании, США, Мексике, Канаде, Аргентине, Бразилии. В меньшем количестве его выращивают в Турции, Японии, Австралии, Марокко. Общая площадь в мире около 700 тыс. га, ежегодный сбор плодов – до 5,7 млн. т.

Сливу возделывают практически во всех районах Земного шара. Общий мировой ежегодный сбор плодов более 5 млн. т. 84,2 % ежегодных сборов сливы приходится на страны Европы, 11,2 % – на страны Америки, 3,3 % – на страны Азии, 0,7 % на страны Африки и 0,6 % – на Австралию и Океанию. Ведущее место занимает Югославия, производя примерно 1 млн. т ежегодно; Германия занимает второе место в 600 тыс. т, а США – третье место, производя немного более 50 тыс. т. Франция, Италия, Австрия, Англия, Испания, Турция, Аргентина и Япония также производят значительное количество слив.

Мировое производство плодов *каштана* составляет 1,3–1,6 млн. т в год. Ведущее место по валовым сборам плодов принадлежит Китаю, Италии, Турции, Корею, Японии. Урожайность плодов каштана достигает 2–4 т/га.

На Земном шаре площади, занятые промышленной культурой *фундука*, составляют около 400 тыс. га, а производство ореха в основных производящих странах превышает 400 тыс. т. Наибольшие площади лещина занимает в Турции, Италии, Испании, Франции и на Кипре. Промышленные посадки фундука имеются также в Азербайджане, Грузии и на Украине. Северный Кавказ является единственным регионом культуры в Российской Федерации.

Орех грецкий широкого распространения культура. Наибольшие площади он занимает в Турции, Италии, Румынии, Франции, Югославии, Греции, Болгарии, Испании, США, Иране, Афганистане, Китае, Индии, Германии, Венгрии, Японии. Северная граница его культуры проходит через Готланд и Стокгольм, где он еще плодоносит, а в Норвегии плодоносящий орех грецкий встречается до 63°35' с.ш.

3.12.2. Требования к почве и особенности минерального питания растений

Велико разнообразие почв, использующихся под плодовые семечковые культуры. Это подзолистые и дерново-подзолистые почвы, серые лесные и бурые лесные, все подтипы черноземов, каштановые коричневые, желтоземы, желто-бурые лесные, красноземы, почвы речных долин и дельт. При нормальном уходе они прекрасно растут и плодоносят практически на всех типах почв, от подзолов до сероземов,

исключая явно заболоченные, засоленные и солонцеватые почвы. Не пригодными являются подтипы глеево-подзолистых и глеево-дерново-подзолистых почв, различные подтипы болотных почв. В суббореальном биоклиматическом поясе непригодными являются бурые лесные глеевые почвы, солонцы и солонцеватые почвы, солончаки и солончаковые почвы разных типов. Неудовлетворительны ортштейновые псевдоподзолы и бурые лесные ортштейновые псевдоподзолистые почвы. В субтропиках неудовлетворительны глеевые желтоземные почвы, субтропические ортштейновые подзолы, солонцеватые и солончаковатые серо-коричневые почвы.

Уровень плодородия почв для плодовых культур определяется во многом запасами органического вещества и мощностью гумусовых горизонтов (табл. 179; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Таблица 179 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для плодовых семечковых культур

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
<i>Яблоня, груша</i>			
Мощность корнеобитаемого слоя, см			
а – влажные условия ($K_y > 0,8$);	50–90	90–100	
б – полувлажные условия ($K_y < 0,8$)	150–250	250–300	-
Содержание гумуса, %	1–3	3–8	-
pH водной суспензии	5,5–6,5	6,5–7,5	7,5–8,6
Плотность, г/см ³	1,1 0–1,35	1,35–1,40	1,40–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–30	30–65	65–70
Обменный Na, % от ЕКО	–		3–5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–10	10–20
Каменистость, % от объема	–	< 5	5–30
<i>Айва</i>			
Мощность корнеобитаемой толщи, см			
а – влажные условия ($K_y > 0,8$);	60–80	80–100	
б – полувлажные условия ($K_y < 0,8$)	80–100	100–150	
Содержание гумуса, %	1–3	3–8	-
pH водной суспензии	6,0–7,0	7,0–8,5	8,5–8,6
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–30	30–55	55–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 5	5–15
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	< 0,2	0,2–0,6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–10	10–20
Каменистость, % от объема	–	< 5	5–20

Лучшие по гранулометрическому составу почвы для яблони в условиях с коэффициентом увлажнения менее 1,0 – средне- и тяжелосуглинистые, а черноземы даже легкосуглинистые – с содержанием физической глины от 30 до 65 %. В лесных почвах влажного климата оптимум сдви-

гаются в сторону более легкого гранулометрического состава. Это легко- и среднесуглинистые почвы с содержанием физической глины 25–45 %. Лучшие условия создаются при плотности почвы 1,35–1,40 г/см³.

Яблоня растет в широких пределах реакции среды: рН от 5,5 до 8,5 но экологический оптимум составляет 6,9–7,5. Негативно сказывается на росте и плодоношении яблони повышенная карбонатность, и сады не следует закладывать, если в корнеобитаемой толще наблюдаются горизонты с содержанием CaCO₃ более 12–15 %. Яблоня неустойчива к солонцеватости и чувствительна к засолению почвы. Она не переносит заболачивания, и все глеевые роды и подтипы лесных почв непригодны для яблони без мелиорации по водорегулированию. Близкий уровень грунтовой воды с повышенной концентрацией солей также неблагоприятен. Слабая скелетность корнеобитаемого слоя оказывает благоприятное влияние на рост и развитие яблони.

Требования к почвам груши практически аналогичны яблони. Некоторые экологические особенности создают подвои. Груша, привитая на груше, требовательна к влаге, чувствительна к засолению и уплотнению почвы, не переносит близкого уровня грунтовых вод. Но если груша привита на айве, то она может успешно расти и на слабозасоленных почвах с близким уровнем грунтовых вод. Груша на айве удается также и на уплотненных почвах. Груша хорошо растет в пределах рН от 0,5 до 8,5. В кислых условиях она менее устойчива к болезням, хуже прививается, уменьшает рост надземной части и корневой системы. При рН <5,0 почвы нуждаются в известковании.

Айва влаголюбива, переносит некоторое избыточное переувлажнение. На сухих почвах плоды получаются мелкие. В хорошо увлажняемых почвах, в том числе и при орошении айва формирует густую поверхностно расположенную корневую систему на глубине 10–70 см. Не требовательна культура к гранулометрическому составу: в различных регионах успешно произрастает от песчаных до глинистых почв. Айва солонцеустойчива. Ее можно размещать на солонцеватых почвах с содержанием обменного Na до 15 % от ЕКО. Устойчива айва к засолению: приемлемы слабо- и средnezасоленные почвы разного состава засоления (Вальков В.Ф. и др., 2007). Айвовый сад лучше всего закладывать на пойменных участках с аллювиальными почвами, характеризующимися высоким естественным плодородием.

Культура плодовых деревьев ведется не только в ареале их диких предков, но и далеко за этими пределами. Чем больше отличаются общие климатические условия, в которых высажено плодородное дерево, от климата его естественного местообитания и от условий, в которых этот сорт выведен, тем выше требования к почвам.

Рост и развитие плодовых растений зависит, прежде всего, от их питания. К числу жизненно важных элементов минерального питания относятся азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, натрий, хлор, марганец, медь, цинк, кобальт, кремний, бор, бром, молибден, йод, селен

и литий. Каждый из них играет определенную роль в жизни растения и не может быть заменен другим элементом. При длительном недостатке или избытке того или иного элемента в почве в тканях растений глубоко нарушается ход биохимических процессов, что сопровождается изменением характера роста и развития, различными изменениями морфологического и анатомического порядка, а также появлением характерных симптомов заболевания на листьях и других органах, по которым определяют потребность растения в элементе питания (Савицкий И.Л., 1980).

Азот. Достаточное питание плодовых растений азотом в фазу усиленного роста способствует интенсивному синтезу аминокислот и белков, нормальному прохождению ростовых процессов и ускорению развития растений. Недостаток его ведет к задержке синтеза белков растением, вызывает приостановку роста. Плодовые растения при недостатке азота используют запасные азотистые органические вещества, содержащиеся в корнях, стволе и ветвях и обеспечивают, таким образом, некоторый рост побегов. Однако содержание этого элемента в них резко пониженное, что в дальнейшем отрицательно отражается на фотосинтетической деятельности растений и плодоношении. При недостатке азота листья бледнеют, становятся светло-зелеными, затем желтыми, потом на них появляются темно-красные, красные или пурпурные пятна, преждевременно прекращают рост и остаются мелкими, рано опадают, на побеге занимают вертикальное положение. Симптомы проявляются раньше всего на листьях, расположенных у основания побегов, а затем и на верхушках. Пожелтение листьев сочетается с замедлением и ослаблением роста всего растения, особенно боковых побегов. Побеги остаются тонкими, короткими, кора их вначале желтеет, затем приобретает красноватый оттенок. Цветение, слабое, цветки усиленно опадают, плодов мало завязывается и они мелкие, сильноокрашенные, а впоследствии опадают.

При избыточном азотном питании, особенно в более поздние сроки вегетации окраска листьев становится темно-зеленой, развитие вегетативных органов мощное, цветение и созревание плодов замедленное, древесина побегов невызревшая. Плоды мелкие, плохо окрашенные, перед уборкой опадают, непрочные, восприимчивы к грибным заболеваниям, плохо хранятся, засухоустойчивость и холодостойкость дерева снижена, особенно в молодом возрасте. Из-за буйного роста молодых деревьев задерживается вступление в плодоношение.

Фосфор. Оптимизация фосфорного питания плодовых растений улучшает качество плодов, снижает предуборочное их опадение, увеличивает размеры и окраску, повышает устойчивость деревьев к физиологическим заболеваниям. Недостаток фосфора ослабляет рост побегов и листьев, оказывает отрицательное влияние на закладку плодовых почек и плодоношение растений. У растений испытывающих недостаток фосфора листья мелкие, тусклой синевато-зеленой окраски, иногда с пурпурным оттенком, располагаются на побеге под более острым углом, чем обычно, а черешки и жилки принимают красноватый оттенок, рано

осыпаются. При недостатке фосфора увеличивается восприимчивость плодов к гниению и внутреннему побурению. При избытке фосфора угнетаются процессы фотосинтеза, нарушается азотный обмен. На сильно зафосфаченных почвах появляется «розеточность».

Калий. Растения, хорошо обеспеченные калием, обладают повышенной засухо-, морозо- и болезнеустойчивостью. Калий способствует утолщению штамбов растений, росту корневой системы, увеличению площади листьев, ускоряет закладку генеративных почек, увеличивает урожай, ускоряет рост и созревание плодов, улучшает их вкус, окраску, аромат и лежкость. Недостаток калия у плодовых растений снижает интенсивность прироста штамбов, ветвей и побегов, нарушаются водный баланс растений и регулирование транспирации. При калийном голодании листья приобретают желтовато-зеленую окраску, а побеги желтеют или даже краснеют. При сильном голодании листья по краям сначала желтеют, затем буреют и отмирают, образуя коричневую кайму (краевой ожог). В дальнейшем листья закручиваются сверху и рано опадают. Плоды и ягоды созревают неравномерно, недоразвиты, преждевременно опадают, имеют низкие вкусовые качества, мякоть деревянистая и кислая. При высоком урожае побеги тонкие и в конце лета или начале осени отмирают. Летом могут развиваться новые почки и отрастать новые побеги. Зимостойкость деревьев низкая. Вызывается азотное голодание. Избыток калия негативно сказывается на качестве плодов. При этом происходит ослабление поглощения кальция и магния, что повышает восприимчивость плодов к заболеваниям при хранении.

Кальций. Потребность плодовых растений в кальции проявляется на самых ранних стадиях их развития. Наличие ионов кальция в питательном растворе является необходимым для нормального роста корней. Характерная особенность кальция – это невозможность повторного использования его растением в процессе жизнедеятельности. Поэтому основная масса кальция накапливается в старых, отживших частях растений. Кальций как антагонист калия играет важную роль в водном балансе клеток растения. Кроме того, он необходим для упрочения тканей. Антагонизм между катионами кальция и катионами NH_4 , K и Mg весьма значителен. Исследования показывают, что эти катионы сильно влияют на обеспечение растений кальцием. Поэтому с усилением азотного или калийного питания растения содержание кальция и магния в листьях может резко снизиться. Кальций в плодах снижает развитие внутреннего побурения и горькой ямчатости плодов, увеличивает продолжительность их хранения. При остром голодании растений кальцием корни замедляют рост, становятся короткими, похожими на обрубки, проникают в почву неглубоко; на них появляется слизь, после чего они погибают. На листьях появляются желтые пятна, они приобретают затем багрово-красную окраску, закручиваются сверху и отмирают. Первыми заболевают и раньше осыпаются верхние листья. У растений отмирают точки роста, верхушки побегов. Плоды плохо хранятся, поражаются горькой ямчатостью. На солнечной стороне

плода, развивается янтарно-золотистая окраска, чечевички становятся темно-коричневыми с почти белым наружным ободком. При сильном голодании плоды растрескиваются. Избыток кальция вызывает физиологическую сухость, суховершинность, преждевременный выпад деревьев, «известковый» хлороз листьев.

Магний. Входя в состав хлорофилла, магний имеет большое значение для ассимиляции растением углекислоты. Недостаток магния вызывает остановку роста и своеобразный хлороз растения – листья становятся пестрыми, участки между жилками бледнеют, а вдоль жилок сохраняется нормальная окраска. У яблони в связи с недостатком магния появляется коричневая пятнистость листьев. Острый же недостаток магния вызывает у плодовых преждевременный листопад, причем верхушки побегов остаются облиственными. Избыток магния в плодах повышает поражение горькой ямчатостью.

Сера. Симптомы серного голодания плодовых растений малозаметны, сходны с симптомами недостатка азота – пожелтение нижней части листа. При избытке серы наблюдаются ожоги всасывающих корней и их отмирание. На стволе и ветвях выступают продольные темно-коричневые полосы пораженных тканей.

Железо. Содержание железа в растении является необходимым для нормального образования хлорофилла. Недостаток железа вызывает задержку роста растений и появление у них хлороза (образование светло-желтых и даже белых листьев). Плоды приобретают палево-землистый цвет. Пораженные хлорозом молодые деревья могут погибнуть, плодоносящие – перестать плодоносить. При избытке железа тормозится рост, отмирают корни и листья.

Бор в растении является малоподвижным, так как его, как кальций и железо, растение повторно не использует. При борном голодании у растений отмирает точка роста и разрушается проводящая система. Из всех органов растения сравнительно более богаты бором цветки, причем при недостатке бора нормального оплодотворения цветков не происходит, поскольку ослабляется рост пыльцевых трубок и прорастание пыльцы. Без бора нарушается процесс созревания семян. При отсутствии бора ослабляется также развитие корневой системы. У плодовых растений установлен ряд болезненных явлений, связанных с недостатком бора: у яблони и груши – побурение или опробковение внутренних тканей плода. При сильном недостатке бора кожица плодов утолщается и на ней появляются характерные темно-зеленые вдавленности. У яблони, наряду с поражением плодов, наблюдается отмирание концов побегов, нарушение характерной формы листа, у груши – несвоевременное засыхание цветков и деформация плодов. Общие характерные для семечковых плодовых растений симптомы борной недостаточности: листья утолщенные, гофрированные с желтыми опробковевшими жилками. Молодые веточки прекращают рост, и на них образуются многочисленные почки и розетки. Внутренние ткани плодов опробкованные. Плоды буреют и растрескиваются, приобретают уродливую форму, на

их поверхности появляются темно-зеленые вдавленности. Верхушки побегов отмирают. При избытке бора листья вначале желтеют, затем засыхают, напоминая своеобразные ожоги.

Марганец. При недостатке марганца наблюдается хлороз нижних, более старых листьев, верхние молодые остаются зелеными. Пожелтение идет с краев листа, в то время как ткани у жилок имеют нормальную зеленую окраску. Наряду с хлорозом происходит засыхание и отмирание верхушек веток.

Медь. Недостаток меди у плодовых деревьев вызывает заболевание растений суховершинностью или экзантемой. У заболевших растений в начале вегетации образуется большое количество сильнорослых побегов, затем на верхних листьях появляется пятнистость и хлороз, на коре образуются вздутия, наполненные камедью и трещины, верхние побеги отмирают. Плоды покрываются темно-бурыми и черными наростами и опадают.

Молибден. На листьях плодовых деревьев испытывающих молибденовую недостаточность появляются бледно-оранжевые пятна на фоне желто-зеленой окраски. Края листьев закручиваются внутрь и постепенно отмирают.

Цинк. Недостаток цинка вызывает у плодовых культур заболевание «розеточной болезнью», мелколистностью, проявляющееся в том, что на концах побегов образуются очень мелкие розетки желтоватых листьев, позднее отмирающих. На заболевших деревьях образуются мелкие плоды уродливой формы. После 3–4 лет голодания деревья погибают.

Под абрикос пригодны все почвы с относительно легким гранулометрическим составом и неплотным сложением, водо- и воздухопроницаемые, слабосолонцеватые и слабокарбонатные, лишенные избытка азота и токсичных солей. Почвообразующие породы предпочтительнее рыхлые осадочного или аллювиально-делювиального происхождения на равнине и делювиального – в гористой местности. Наилучшие почвы под абрикос – суглинистые и легкоглинистые, а также слабо- и среднещепенчатые, слабокарбонатные, незаселенные, с рН почвенного раствора от нейтрального (рН 7,0) до слабощелочного – рН 7,9–8,2 (табл. 180; Вальков В.Ф. и др., 2007).

Для продуктивного выращивания абрикоса содержание гумуса допустимо в широком интервале, но лучше, если запасы его в метровой толще почвы будут не ниже 150 т/га. Содержание азота и фосфора тоже может быть разным, но количество калия обязательно должно быть высоким. Достаточным содержанием азота и фосфора в почве можно считать 0,1–0,2 %, а калия – от 1,5 до 2 и очень хорошим – до 3 %.

Алыча произрастает в широком диапазоне почв. Для этой культуры пригодны разные подтипы черноземов, коричневые, бурые и серые лесные почвы. Она относительно легко переносит высокое содержание карбонатов в почве. Не требовательна к плотности почв и легко переносит близкий уровень грунтовых вод.

Таблица 180 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для плодовых косточковых культур

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
1	2	3	4
Слива, вишня			
Мощность корнеобитаемого слоя, см			
а – влажные условия ($K_y > 0,8$);	50–80	80–100	–
б – полувлажные условия ($K_y < 0,8$)	100–150	150–200	–
Содержание гумуса, %	1–3	3–8	–
pH водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,2	8,2–8,7
Плотность, г/см ³	1,20–1,35	1,35–1,50	1,50–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	30–45	45–70	70–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	<0,2	0,2–0,3
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	<3	3–6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	15–20
Каменистость, % от объема	–	0–10	10–35
Черешня			
Мощность корнеобитаемого слоя, см			
а – влажные условия ($K_y > 0,8$);	50–90	90–100	–
б – сухие условия ($K_y < 0,8$)	150–250	250–300	–
Содержание гумуса, %	1–3	3–8	–
pH водной суспензии	5,0–6,0	6,0–7,5	7,5–8,6
Плотность, г/см ³	–	<1,35	1,35–1,45
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–25	25–45	45–60
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 0,2	0,2–0,3
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	<3	3–6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–15
Каменистость, % от объема	–	0–10	10–20
Абрикос			
Мощность корнеобитаемого слоя, см			
а – влажные условия ($K_y > 0,8$);	60–80	80–100	–
б – сухие условия ($K_y < 0,8$)	150–200	200–250	–
Содержание гумуса, %	1–2	2–6	–
pH водной суспензии	6,0–7,0	7,0–8,2	8,2–8,6
Плотность, г/см ₃	1,10–1,30	1,30–1,45	1,45–1,55
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–20	20–55	55–65
Обменный Na, % от ЕКО	–	<0,2	0,2–0,4
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	<3	3–8
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–6	6–40
Каменистость, % от объема	–	0–5	5–25
Алыча			
Мощность корнеобитаемого слоя, см			
а – влажные условия ($K_y > 0,8$);	50–80	80–100	i
б – сухие условия ($K_y < 0,8$)	100–120	120–180	–
Содержание гумуса, %	1–3	3–8	–
pH водной суспензии	6,0–6,5	6,5–8,2	8,2–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,60
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	30–45	45–65	65–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	<0,2	0,2–0,3

1	2	3	4
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	<3	3–6
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–6	15–20
Каменистость, % от объема	–	0–5	10–35
Персик			
Мощность корнеобитаемого слоя, см			
а – влажные условия (K _y >0,8);	40–70	70–100	–
б – сухие условия (K _y <0,8)	100–130	130–150	–
Содержание гумуса, %	1–3	3–6	–
pH водной суспензии	5,5–6,5	6,5–7,5	7,5–8,5
Плотность, г/см ³	1,10–1,35	1,35–1,50	1,50–1,60
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–30	30–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	<0,2	0,2–0,4
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	< 5	5–7
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–8	8–30
Каменистость, % от объема	–	0–20	20–40

Вишня. Под вишню пригодны практически все почвы от черноземов, коричневых, желтоземов, желтоземов, красноземов до серых лесных почв. Произрастает в широком диапазоне pH – от 6,0 до 8,7, легко переносит высокое содержание карбонатов. Оптимум уплотнения составляет 1,35–1,50 г/см³.

Персик. Наиболее подходящими для персика являются почвы, имеющие средне- и, тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Произрастает в широком диапазоне pH от 5,5 до 8,5; карбонатоустойчив.

Слива. Слива хорошо растет на всех подтипах черноземов, коричневых, каштановых, сероземных, бурых и серых лесных почвах. Для нее пригодны почвы с слабокислой (pH 6,0–6,5) и слабощелочной (pH 8,2–8,7) реакцией. Карбонатоустойчив. Особенностью сливы является меньшая чувствительность к уплотнению почвы, чем у всех плодовых пород. Хорошее развитие деревьев наблюдается при уплотнении корнеобитаемой толщи 1,40–1,50 г/см.

Черешня. Требования к почве черешни совпадает с таковыми семечковым плодовых культур. Для нее предпочтительны почвы легко- и средне-суглинистого гранулометрического состава. Лучшие условия для жизнедеятельности деревьев черешни создаются при плотности 1,25–1,35 г/см³. На экологическую приспособляемость черешни оказывает влияние подвой. В засушливых районах, на незасоленных почвах лучше всего прививать на вишню антипку, а на почвах влажных и несколько уплотненных – местные дикорастущие формы черешни.

Грецкий орех. Культура грецкого ореха лучшие условия для произрастания находит в условиях субтропического пояса с коричневыми почвами, а также в зоне черноземов южно-европейской фации. На этих почвах, обладающих высоким плодородием, рыхлым сложением и глу-

бокой рыхляковой толщей, грецкий орех развивает мощную корневую систему, которая может противостоять временной почвенной засухе.

Культура ореха успешно развивается и на почвах влажного ряда в субтропиках и в суббореальном поясе. Здесь хорошие посадки ореха встречаются на различных подтипах бурых лесных почв, па желто-бурых и буровато-серых лесных почвах. При культуре ореха на влажных почвах мощность корнеобитаемой толщи, необходимой для роста деревьев, сокращается до 60–80 см. Во всех случаях лучшим гранулометрическим составом является суглинистый, а у черноземов и коричневых почв – также тяжелосуглинистый и легкоглинистый. Рыхлость профиля – обязательное условие. Оптимум уплотнения составляет 1,35–1,45 г/см³ (табл. 181; Вальков В.Ф. и др., 2010).

Таблица 181 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для орехоплодных культур

Почвенные характеристики	Минимум	Оптимум	Максимум
Грецкий орех			
Мощность корнеобитаемого слоя, см			
а – влажные условия ($K_y > 0,8$);	40–60	60–80	
б – полувлажные условия ($K_y < 0,8$)	150–200	200–30	–
Содержание гумуса, %	1–2	2–6	–
pH водной суспензии	5,0–6,0	6,0–8,5	8,5–8,7
Плотность, г/см ³	1,10–1,30	1,30–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	20–30	30–65	65–75
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	3–5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–5	5–20
Каменистость, % от объема	–	0–15	15–30
Фундук			
Мощность корнеобитаемого слоя, см	40–50	50–100	–
Содержание гумуса, %	1–2	2–6	–
pH водной суспензии	5,0–5,5	5,5–8,0	8,0–8,6
Плотность, г/см ³	1,10–1,30	1,30–1,45	1,45–1,50
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	10–20	20–60	60–70
Обменный Na, % от ЕКО	–	< 3	3–5
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	< 0,2	0,2–0,3
Содержание CaCO ₃ , %	–	0–10	10–25
Каменистость, % от объема	–	0–20	20–40

Растет грецкий орех в широком диапазоне реакции среды (pH от 5,6 до 8,6), однако, большей частью его посадки встречаются на нейтральных и слабощелочных почвах. Орех прекрасно переносит умеренную карбонатность (CaCO₃ менее 8–10 %). Грецкий орех неустойчив к засолению. Предельная степень засоления корнеобитаемой толщи составляет 0,25 % .

Фундук. Хорошо растет на дерново-подзолистых, серых и бурых лесных почвах. Лучшие условия создаются для фундука складываются на черноземах. Однако фундук – растение неприхотливое и может расти на самых разнообразных вариантах этих почв, даже на маломощных и сильно смытых. Конечно, лучшие полноразвитые почвы более благоприятны, но тот факт, что фундук успешно растет на почвах малоценных для других культур, должен учитываться при качественной оценке земельного фонда. Поэтому для фундука рациональнее использовать смытые малоценные почвы различной степени скелетности и гранулометрического состава, расположенные большей частью на склонах. Почвы могут быть и кислыми и щелочными, но не избыточно увлажненными, так как заболачивание фундук переносит очень плохо (Вальков В.Ф. и др., 2010).

3.12.3. Место в севообороте

Сеянцы плодовых, косточковых, и орехоплодных культур не должны возвращаться на прежнее поле ранее, чем через 2–3 года. Лучшим предшественником для них является черный пар. В севообороте нежелательны культуры, которые сильно иссушают почву, засоряют ее сорняками, поражаются черной ножкой, корневым раком, корневыми нематодами или способствуют накоплению личинок майского жука и проволочника. К таким культурам относятся: капуста, картофель, земляника, клевер.

3.12.4. Удобрение

Плодовые растения – многолетние культуры и удобрения, внесенные в текущем году, будут действовать и в последующие годы, оказывая влияние на закладку цветочных почек и создавая запасы питательных веществ в вегетативных органах. Следует учитывать также действие удобрений, вносимых перед посадкой или в прошлом году.

В связи с тем, что внести удобрения близко к корням, не повреждая их, трудно, применяют предпосадочное удобрение навозом и фосфорно-калийными туками. Элементы питания, содержащиеся в навозе, слабо передвигаются в почве и поэтому обеспечивают растения питанием в течение нескольких лет. Это не относится к азотным минеральным удобрениям. Из-за высокой подвижности азота, особенно нитратной формы, их вносят ежегодно и даже 2–3 раза в год. На почвах тяжелого гранулометрического состава целесообразно часть минеральных удобрений вносить осенью, при этом азотом обогащается весь верхний слой почвы до глубины 0,5–1,0 м.

Корни плодовых деревьев продолжают поглощать элементы питания в зоне их расположения до замерзания почвы и начинают свою деятельность после оттаивания ее ранней весной, что способствует подготовке растения к новой вегетации. Весенний рост обеспечивается в основном запасами, накопленными в предыдущем году. В первую половину вегетации элементы питания расходуются на рост корней, побегов, цветение и формирование плодов. В это время плодovому дереву необходимы азотные, фосфорные и калийные удобрения. Во вто-

рой половине лета прекращается рост побегов. Элементы питания расходуются на рост плодов, закладку цветочных почек, а также запасаются в зимующих частях дерева. В это время азотные удобрения не вносят, так как избыток азота не дает возможности растениям своевременно завершить рост, что может, пагубно отразиться на зимостойкости дерева. Чтобы улучшить рост растений весной следующего года, можно внести азотные удобрения в самом конце вегетации.

Эффективность применения удобрений под плодовые культуры зависит от реакции почвенной среды, содержания в почве подвижных форм макро- и микроэлементов, норм органических и минеральных удобрений, соотношения элементов питания во вносимых удобрениях, способов и сроков их внесения, погодных условий, системы орошения, фитосанитарного состояния посадок и других агротехнических условий.

Группировка почв по содержанию подвижных форм P_2O_5 и K_2O представлена в таблицах 182–183.

Таблица 182 – Группировка почв по обеспеченности плодовых культур подвижным фосфором, мг/кг почвы

Группа	Степень обеспеченности	Метод		
		Кирсанова	Чирикова	Мачигина
1	Очень низкая	<30	<30	<7
2	Низкая	31-60	31-80	8-22
3	Средняя	61-90	81-100	23-27
4	Повышенная	91-120	161-130	27-38
5	Высокая	121-150	131-150	39-50
6	Очень высокая	>150	>150	>50

Таблица 183 – Группировка почв по обеспеченности плодовых культур обменным калием, мг/кг почвы

Группа	Степень обеспеченности	Метод	
		Кирсанова, Чирикова	Мачигина
1	Очень низкая	<40	<50
2	Низкая	41-70	51-140
3	Средняя	71-90	141-210
4	Повышенная	91-120	211-270
5	Высокая	121-150	271-340
6	Очень высокая	>150	>340

Почвы Кубани сгруппированы по обеспеченности их питательными веществами для плодовых культур и разработаны рекомендации по индексации уровней обеспеченности яблони элементами питания для основных зон плодового края (табл. 184; Попова В.П. и др., 2005).

Таблица 184 – Группировка почв Кубани по обеспеченности их питательными веществами

Уровень содержания	Черноземы выщелоченные, долинные почвы предгорной зоны	Черноземы карбонатные
Нитрификационная способность, мг/кг		
Очень низкая	5-15	до 10
Низкая	16-30	10-15
Средняя	31-60	16-20
Повышенная	>60	21-25
Высокая		>25
Подвижный фосфор, мг/кг		
Очень низкая	50-150	<15
Низкая	160-250	15-25
Средняя	260-350	26-35
Повышенная	360	36-50
Высокая		>50
Обменный калий, мг/кг		
Очень низкая	200-300	<80
Низкая	310-400	80-150
Средняя	410-500	160-200
Повышенная	>500	210-300
Высокая		>300

Удобрения вносят перед посадкой, при посадке и после посадки плодовых культур в соответствии с зональными рекомендациями. На орошаемых участках минеральные удобрения целесообразно вносить с поливной водой, для чего используют водорастворимые формы. Для этих целей предварительно готовят 30-50 % маточные растворы. Для предотвращения ожога при дождевании и капельном надкронном орошении применяют 1 % рабочие растворы, а при бороздном, внутрипочвенном, капельном и подкронном орошениях концентрации рабочих растворов повышают в 2–3 раза.

Наряду с основным внесением минеральных удобрений в почву, важную роль в удобрении многолетних насаждений играют некорневые подкормки, являющиеся наиболее целесообразным способом внесения микроудобрений. Для этих целей растворами солей необходимых микроэлементов проводят обработку растений.

В качестве органических удобрений для плодовых насаждений используют навоз, навозную жижу и птичий помет, различные компосты на их основе, сидераты, а также солому, сточные воды, осадки сточных вод, городской мусор, сапрпель при строгом соблюдении экологических требований.

Дозы предпосадочного удобрения зависят от содержания питательных веществ в почве, биологических особенностей плодовых культур, способов их посадки. Виды и дозы предпосадочного удобрения устанавливают с учетом конкретных условий по рекомендациям

зональных научных учреждений. Рекомендуемые дозы предпосадочного удобрения для этих целей приведены в таблице 185, а дозы фосфорно-калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм соответствующих элементов в почве – в таблице 186.

Таблица 185 – Рекомендуемые дозы удобрений под плантажную вспашку для закладки плодовых насаждений

Культуры	Дерново-подзолистые почвы			Черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные и обыкновенные			Черноземы южные, каштановые почвы		
	навоз, компост, т/га	минеральные удобрения, кг/га		навоз, компост, т/га	минеральные удобрения, кг/га		навоз, компост, т/га	минеральные удобрения, кг/га	
		P ₂ O ₅	K ₂ O		P ₂ O ₅	K ₂ O		P ₂ O ₅	K ₂ O
Семечковые	60-80	300	350	40-60	120	120	40-60	250	250
Косточковые	60-80	250	400	40-60	120	160	40-60	250	300

Таблица 186 – Рекомендуемые дозы фосфорно-калийных удобрений перед посадкой плодовых культуры в зависимости от содержания элементов питания в почве, кг/га

Группа по содержанию (P ₂ O) в почве	Вид удобрений	
	фосфорные, кг/га P ₂ O ₅	калийные, кг/га K ₂ O
Низкое	240	240
Среднее	180	180
Высокое	120	120

Удобрения в молодых неплодоносящих многолетних насаждениях применяют в случае недостаточного внесения удобрений перед их посадкой. При неудовлетворительном состоянии насаждений на второй год после посадки вносят полное минеральное удобрение в дозах, рекомендуемых для плодоносящих садов при уровне урожайности 200 ц/га, скорректированных по данным почвенно-растительной диагностики.

Дозы удобрений в плодоносящих многолетних насаждениях устанавливают по нормативам затрат удобрений (N, P₂O₅, K₂O) на единицу урожая с введением поправочных коэффициентов к дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм соответствующих элементов в слое почвы 0-40 см (табл. 187–188).

Минеральные удобрения в плодоносящих многолетних насаждениях следует сочетать с органическими. Рекомендуемые дозы удобрений в плодоносящих многолетних насаждениях приведены в таблице 189.

Приведенные дозы фосфорных и калийных удобрений корректируются с помощью поправочных коэффициентов в зависимости от содержания в почве подвижных форм фосфора и калия, а дозы азотных удобрений уточняют по данным листовой диагностики (табл. 190).

Таблица 187 – Затраты минеральных удобрений плодовыми насаждениями, кг д.в. на 1 т урожая

Природно-экономический регион	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без орошения			
Центральный	9	8	7
Центрально-Черноземный	7	7	8
Поволжский	5	5	5
Северо-Кавказский	6	4	5
С орошением			
Поволжский	5	6	5
Северо-Кавказский	6	4	5

Таблица 188 – Корректирующие коэффициенты к дозам фосфорных и калийных удобрений для плодовых культур в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия в почве

Группы содержания P ₂ O ₅ (K ₂ O) в почве					
1	2	3	4	5	6
1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0,25

Таблица 189 – Рекомендуемые дозы удобрений в плодоносящих многолетних насаждениях (при средней обеспеченности почв питательными веществами)

Зона; почва	Органические удобрения, т/га (1 раз в 3 года)	Минеральные удобрения, кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Семечковые культуры				
Нечерноземная зона; дерново-подзолистые, серые лесные	40	120	80	120
Центрально-Черноземная зона; черноземы выщелоченные, обыкновенные	20	60	60	60
Северный Кавказ, равнинная зона				
черноземы карбонатные	20	80	50	70
черноземы выщелоченные	20	80	90	80
каштановые	40	120	120	120
луговые	30	180	90	90
Горно-предгорная зона				
черноземные	40	90	40	30
каштановые	40	75	50	120
луговые	40	120	120	120
Косточковые культуры				
Нечерноземная зона				
Дерново-подзолистые, серые лесные	60	120	90	120
Центрально-Черноземная зона				
Черноземы выщелоченные, обыкновенные	40	40	40	40

Таблица 190 – Оптимальное содержание элементов питания в листьях плононосящих плодовых культур, % сухой массы

Культура	N	P	K	Ca	Mg
Яблоня	1,3–2,5	0,13–0,29	1,2–1,3	1,1–1,3	0,24–0,45
Груша	2,0–2,6	0,13–0,2	1,4–2,83	1,4–1,3	0,24–0,45
Вишня	2,0–2,5	0,17–0,22	1,3–1,5	0,9–3,0	0,49–0,74
Слива	2,4–3,2	0,15–0,22	2,3–2,6	1,5–3,0	0,27–0,70

При оптимальном уровне содержания в почве или листьях растений элементов питания применяют средние нормы удобрений. Если количество питательных веществ меньше или больше оптимального, то нормы удобрений увеличивают или уменьшают согласно поправочным коэффициентам. При избыточном содержании фосфора и калия в листьях фосфорные и калийные удобрения в садах не вносят.

Показатель нуждаемости (Т) рассчитывают по формуле:

$$T = \frac{A}{B},$$

где А – оптимальное содержание элемента питания в листьях, %;
 Б – фактическое содержание элемента питания в листьях, %.

Если нарушено правильное соотношение элементов питания в листьях, то показатель нуждаемости рассчитывают по формуле:

$$T = \frac{P_{\text{опт}} \times K_{\text{факт}}}{P_{\text{факт}} \times K_{\text{опт}}},$$

где $P_{\text{опт}}$ – оптимальное содержание фосфора в листьях, %;
 $K_{\text{факт}}$ – фактическое содержание калия в листьях, %;
 Р – фактическое содержание фосфора в листьях, %;
 К – оптимальное содержание калия в листьях, %.

Среднюю норму удобрений умножают на показатель нуждаемости, получают скорректированную для каждого случая норму удобрения.

Плодовые культуры не предъявляют особых требований к формам азотных удобрений. Однако следует учитывать, что на некислых и известкованных почвах наиболее пригодны аммонийная селитра, сульфат аммония, хлористый аммоний, мочевины; на кислых и известкованных – натриевая и калиевая селитра, безводный и водный аммиак.

Труднорастворимые формы фосфорных удобрений (фосфоритная мука), цитратнорастворимые (преципитат, обесфторенный фосфат, термофосфат) лучше вносить в запас в период предпосадочной подготовки почвы, а воднорастворимые (суперфосфаты) – для основного удобрения и в подкормки.

При использовании калийных удобрений следует иметь в виду отношение плодовых культур к хлору, входящему в состав ряда калийных туков. Среднечувствительны к хлору – яблоня, слива, вишня, малочувствительна – груша. Исходя из этого, удобрения с высоким содержанием хлора (сильвинит, карналлит, каинит) нельзя использовать под культуры,

чувствительные к нему, так как ухудшается развитие растений, снижается их продуктивность. Калийные удобрения с более высоким содержанием хлора (хлористый калий и др.) на почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава лучше вносить осенью, что обеспечит вымывание хлорид-иона атмосферными осадками из слоя почвы, где размещена основная масса корней растений. Так как на легких почвах срок внесения калийных удобрений ограничен весной, то под культуры, чувствительные к хлору, нужно использовать бесхлорные формы калийных туков (сернокислый калий, калимаг, углекислый калий – поташ, цементную калийную пыль, калимагнезию, шенит). На легких по гранулометрическому составу почвах с низким содержанием магния отдается предпочтение магнийсодержащим калийным удобрениям – калимагнезии, калимагу, особенно на культурах, требовательных к магнию.

Ограничений по использованию форм сложных удобрений под плодовые культуры нет. Следует обратить внимание лишь на сроки их внесения. Все сложные удобрения, содержащие азот в нитратной форме (нитрофос, нитроаммофос, нитрофоски, нитроаммофоски) нельзя вносить осенью из-за потерь нитратного азота.

Сложные удобрения, содержащие азот в аммонийной форме (аммофос, аммофоска, диаммофос), на суглинистых и глинистых почвах вносят и поздней осенью так же, как безводный аммиак и аммиачную воду. На почвах легкого гранулометрического состава все формы сложных удобрений надо вносить весной.

Наиболее эффективно и экономично применение на плодовых культурах удобрений пролонгированного действия (органно-минеральных, гранулированных и таблетированных, цеолитсодержащих, на основе гидрогелей, бисмочевины вместо обычной мочевины), а также совместное их использование с биоудобрениями (бамил, экуд, пудпет) или бактериальными удобрениями (азотвит, бактофосфин, АПМ).

Лучший эффект от внесения органических и минеральных удобрений получается тогда, когда их вносят в зону залегания основной массы всасывающих корней. Мощность развития, глубина залегания, ширина распространения корневой системы плодовых культур зависит от особенностей сорта подвоя, гранулометрического состава и плодородия почвы, местоположения сада и возраста дерева.

При обычных схемах посадок предпосадочное удобрение вносят полосами по линии будущих рядов плодовых деревьев; при плотных – применяют сплошное внесение удобрений.

Подвижность элементов питания входящих в состав удобрений в почве разная. Наименее подвижен фосфор. Он закрепляется в местах внесения удобрения по причине физического и химического поглощения почвенным комплексом. Подвижность калийных, а также аммонийных и амидных удобрений зависит от гранулометрического состава почвы и степени их увлажнения. Азот нитратных форм в почве подвижен. Нитраты могут передвигаться с капиллярной и гравитационной водой, а также путем диффузии. Отсюда следует, что оптимальным для

плодовых насаждений является локальный способ внесения удобрений, когда они размещаются отдельными очагами, вокруг которых почва довольно длительное время насыщается доступными для плодовых деревьев элементами питания. Там, где плотность корней наибольшая, удобрения усваиваются лучше. Положительное воздействие удобрений на растения проявляется уже в год их внесения.

Немаловажным для повышения эффективности применения удобрений в плодовых садах является вопрос о возможности создания «прерывистых» очагов питания растений на глубине 30–50 см с помощью специальных орудий укалывающего или ковшового типа. При отсутствии таких орудий, удобрения предпочтительно вносить в строку, используя послойный способ их внесения. В зависимости от типа и возраста плодового сада удобрения вносят в 1–3 строки с каждой стороны ряда на глубину 15–20 см, каждая следующая строка может быть глубже на 5–10 см. В садах с междурядьями в 3,5 м и менее достаточно внести удобрения в одну строку.

В садах, размещенных на склонах, подверженных водной эрозии, применяют поочередное залужение междурядий (через междурядье). При этом машины проходят по незалуженному междурядью, а удобрения вносят на всей площади равномерно.

Важным компонентом системы удобрения являются мезо – и микроэлементы. Необходимость в них может возникнуть на любых почвах при несбалансированном удобрении макроэлементами, недостаточном применении органических удобрений. На карбонатных или переизвесткованных почвах может проявиться дефицит марганца, бора, цинка, зафосфаченных – цинка, кислых – молибдена, на супесчаных почвах и при засухе – меди.

Магниевые удобрения. Плодовые культуры нуждаются в магнии на почвах с низким содержанием этого элемента. На почвах с очень низким содержанием обменного магния в качестве магниевых удобрений вносят доломитовый известняк, дунит, магнезит, вермикулит. На почвах с низким и средним содержанием этого элемента хорошие результаты дает опрыскивание после фазы цветения деревьев 2–4 раза с интервалами в 10 дней 1–2 %-ным водным раствором сернокислого магния (100–200 г/10 л воды). Эту обработку целесообразно совмещать с опрыскиванием химическими препаратами против вредителей и болезней.

Железосодержащие удобрения. В южной зоне плодового хозяйства Российской Федерации преобладают карбонатные и сильноизвесткованные почвы, где железо находится в трудноусвояемой форме для растений, поэтому плодовые в этом регионе часто страдают от недостатка железа («известковый хлороз»). Для устранения недостатка железа деревья опрыскивают весной, после распускания почек, с интервалом в 10 дней 2–3 раза 0,5 %-ным водным раствором сернокислого железа (50 г/10 л воды) или 0,05–0,1 %-ным раствором комплексных органических удобрений, содержащих железо, так называемых «хелатов», или «комплексонатов». Также можно смешать компост или торф с железным купоросом (1–3 кг/100 кг компоста) и вносить очагами, чтобы было меньше контакта с почвой.

Борные удобрения. В качестве подкормки вносят борный суперфосфат, бормагний сульфат – 0,5–1,0 кг/га. Раствором 0,02–0,30 %–ным борной кислоты или буры (2–10 г/10 л воды) опрыскивают растения весной в фазе бутонизация-начало цветения. Источниками бора являются навоз, зола и торф.

Марганцевые удобрения. Плодовые деревья при марганцевой недостаточности опрыскивают 5 %–ным водным раствором сернокислого марганца (500 г/10 л воды) до распускания почек, во время вегетации 0,05–0,10 %–ным (5–10 г/10 л воды) или под вспашку дают 2–3 ц/га марганцированного суперфосфата.

Медные удобрения. Применяют сернокислую медь в виде некорневой подкормки. Растения опрыскивают весной после цветения 0,05–0,10 %–ным водным раствором (5–10 г/10 л воды); по спящим почкам опрыскивают 1–3 %–ным раствором. В качестве удобрений используют отходы промышленности (пиритные огарки) – 0,5–0,6 т/га раз в 4–5 лет. Медь вносят также при опрыскивании садов 1 %–ной бордоской жидкостью или ее медьсодержащими заменителями (хлорокись меди, купрозаном, хомецином).

Цинковые удобрения. Плодовые деревья опрыскивают 0,5 % водным раствором сернокислого цинка (50 г/10 л воды) с добавлением 0,2–0,5 %–ной гашеной извести, чтобы избежать ожога листьев. По спящим почкам обрабатывают 5–6 %–ным раствором сернокислого цинка. Цинковые полимикродобрения (ПМУ–7) содержат около 20 % окиси железа, а также небольшие количества алюминия, меди, марганца, молибдена и других микроэлементов. Их вносят в почву из расчета 20 кг/га. В качестве цинковых удобрений могут служить цинкосодержащие заменители бордоской жидкости (цинеб, поликарбацин).

Рациональное применение удобрений должно сочетаться с рекомендованной системой содержания почвы, борьбой с вредителями и болезнями, орошением, формированием и обрезкой кроны и другими агроприемами в саду.

3.13. Ягодные культуры

К группе ягодных культур относятся плодовые породы из разных ботанических семейств. Объединяющим началом этой группы являются сочные плоды ягоды обычно не выдерживающие длительного хранения и часто малотранспортабельные. Ягодные культуры отличаются высокой урожайностью и десертными вкусовыми качествами плодов. Плоды употребляют в свежем виде и в большом количестве используют для переработки. К важнейшим ягодным культурам Северного Кавказа относятся виноград, малина, ежевика, земляника, клубника, смородина, крыжовник.

Виноград культурный (*Vitis vinifera*) принадлежит к семейству Виноградные (*Vitaceae*), роду Виноград (*Vitis L.*). Род *Vitis* объединяет 70 видов, из которых 20 культивируют в виде многочисленных сортов для получения ягод, а также филлоксеро- и морозоустойчивых подвоев, в декоративных целях и как исходный материал в селекции.

Ягоды винограда при полном созревании содержат от 65 до 85 % воды, от 14 до 35 % сахаров в форме глюкозы, сахароза – в небольшом количестве. В винограде содержатся винно-каменная, яблочная, лимонная, янтарная и щавелевая кислоты, минеральные соли калия, натрия, кальция и магния, а также железо, цинк, алюминий, фосфор, сера, хлор, бром, йод, медь, молибден, бор и марганец. В ягодах много витаминов А₂, В₁, В₂, В₆, С, РР. Употребив 1 кг винограда, человек получает только сахара 200 г., что равно 440-840 калориям тепловой энергии. Это больше, чем их выделяет 1 кг молока или картофеля. 1 кг свежего винограда по полезности для организма человека приравнивается к 1,7 л молока.

Земляника культурная (Fragaria ananassa L.), относится к семейству Розаные (*Rosaceae*), роду Земляника (*Fragaria L.*). Ягоды земляники содержат 4,5-9,0 % сахара, состоящего почти наполовину из глюкозы. Содержащиеся в землянике органические кислоты (0,4–0,6 %) способствуют улучшению пищеварения, ароматические вещества – усвояемости пищи, дубильные – противодействуют воспалительным процессам в организме. В 100 г ягод земляники содержится: калия – 126 мг, фосфора – 85, кальция – 41, натрия – 28, магния – 22, железа – 13 мг, аскорбиновой кислоты – 50-120 мг %, Р-активных веществ – 350–750 мг %, фолиевой кислоты – 0,2–0,6 мг %. Кроме того, ягоды содержат витамины F, В₁, В₂, E, РР и К. Земляника – ценный компонент рациона людей на всем земном шаре. Ягоды употребляются свежими, для изготовления соков, варенья, компотов, в кондитерской и ликеро-водочной промышленности. Замороженные плоды хорошо сохраняются и выдерживают длительные перевозки. Имеют важное диетическое значение.

Клубника (Fragaria moschata Duch., или F. elatior Ehrh.) относится к семейству Розаные (*Rosaceae*), роду Земляника (*Fragaria*). Ягоды клубники обладают высокими вкусовыми качествами, используют их свежими, а также для приготовления варенья и ликерного вина.

Смородина обыкновенная (Ribes vulgare) принадлежит к семейству Смородиновые (*Ribesiaceae*), роду Смородина (*Ribes L.*). Основное богатство ее ягод – витамин С. Она почти не содержит фермента, разрушающего этот витамин, поэтому даже при хранении ягод в свежем виде количество в них витамина С не изменяется. Биологический комплекс витаминов С и Р используется при заболеваниях, связанных с кровоточивостью и ломкостью сосудов. Благодаря ему, усиливается деятельность коры надпочечников, снимается умственная и физическая усталость, вялость, повышаются артериальное давление, иммунитет. Сок или ягоды полезны при вялом пищеварении, плохом аппетите, низкой кислотности желудочного сока. Сок используют при колитах и энтероколитах. Пектины смородины связывают холестерин и многие токсические вещества в кишечнике, благоприятно влияют на течение гипертонической болезни. Плоды смородины пользуются неизменной популярностью и как десерт, и как действенный антицинготный продукт, который готовится в виде пюре из свежих мятых ягод, перемешанных с обильным количеством сахара с целью хранения впрок.

Смородина служит сырьем для кондитерской и консервной промышленности, для приготовления алкогольных и безалкогольных напитков. Вино, конфеты, желе, варенье, мармелад, соки, лимонад, кулинарные изделия – вот далеко не полный перечень названий пищевых продуктов, получаемых от ягод смородины.

Малина – одна из ведущих ягодных культур. В пищу ягоды употребляют свежими, а также переработанными: в виде соков, напитков, компота, варенья. Кроме того, малина используется и как профилактическое средство и для лечения различных заболеваний. Вещества, содержащиеся в ягодах, легко усваиваются организмом, способствуют усвоению других продуктов, нейтрализуют органические кислоты животного происхождения, улучшают обмен веществ. Малину традиционно применяют при простудных заболеваниях, острых респираторных инфекциях, обострении болей в суставах, радикулите, лихорадке и невралгии. Ее рекомендуют при заболеваниях сердца и нарушениях сердечного ритма. Она полезна при малокровии. Малина нормализует пищеварение, препятствует развитию атеросклероза.

Ежевика – ценная ягода. Вкусные плоды ее употребляют в пищу свежими и перерабатывают на варенье, джем, мармелад, компот, сок, вино. В ее плодах содержится 4–8 % сахаров и 0,8–1,4 % органических кислот.

Крыжовник – одна из самых распространенных ягодных культур. Ее ценят за скороплодность, высокую ежегодную урожайность, раннее созревание, пищевую ценность, лечебно-диетические качества ягод, всестороннее применение. Крыжовник используется в свежем виде, для приготовления варенья, сиропов, кондитерских изделий. Его ягоды хорошо сохраняются при перевозках на дальние расстояния, чего не выдерживают земляника, малина и смородина. Они красивы и разнообразны, отличаются высокими вкусовыми качествами, богаты сахарами, кислотами, минеральными веществами, калорийны. Содержание органических кислот в ягодах колеблется в пределах 1–3 %, сахаров – 7–13 %. В 100 г ягод содержится 200 мг калия, 75 – фосфора, 30 – кальция, 0,5 мг железа и 0,3–10 % азотистых соединений. Витамин С в ягодах крыжовника гармонично сочетается с витамином Р, что весьма важно, поскольку эти витамины наиболее эффективно действуют совместно. Плоды крыжовника богаты Р-активными веществами – катехинами и антоцианами. Благодаря высокому содержанию в ягодах пектиновых веществ крыжовник обладает способностью связывать в человеческом организме токсические вещества, радиоактивные.

3.13.1. Распространение

Виноград – тепло- и светолубивое растение, поэтому его выращивают между 20–53° северной и 30–45° южной широт. Основная площадь (71 %) промышленных насаждений сосредоточена в Европе. В Азии виноградники занимают 14,4 % площади, в Америке – 9,6, в Австралии и Новой Зеландии – 1 %. В свежем виде потребляют примерно 6–8 % произведенного винограда, на вино перерабатывают око-

ло 88, % на сушеную продукцию 3–4 %. Ведущими странами по виноградарству являются Испания, Италия, Молдавия, Украина, Россия, Грузия, Франция, Португалия, Турция, США, Аргентина, Алжир, Греция, Болгария, Германия, Венгрия, Румыния, Югославия.

Культура *малины* и ежевики распространена в основном в умеренном поясе северного полушария. Промышленное производство малины и ежевики рассеяно во многих странах мира. Наиболее крупные насаждения имеются в Польше, Шотландии, Югославии, США, Канаде. Мировое производство плодов этих культур составляет 1–1,4 млн. т, а урожайность колеблется по годам в пределах – 50–100 т/га.

В дикорастущем виде *крыжовник* встречается по всей Европе, на Кавказе и в Северной Африке. Культивируется он во всех странах умеренного климата, в мире собирают около 150 тыс. т ягод в год. Особенно широко разводится в Англии. Урожайность – 25-30 кг с куста или 250-300 ц/га.

Современная культура *красной смородины* широко распространена по всем странам северного полушария примерно до 60–62°с.ш. *Черная смородина* имеет место главным образом в странах Европы, немало в Северной Америке, а также в Новой Зеландии и на о. Тасмания.

Клубника в диком виде распространена в Европе, за исключением Италии и Испании. Ее разводят во Франции, Италии, Англии, Германии, России.

Земляника является одним из наиболее распространенных культурных растений и возделывается на всех континентах планеты. Северная граница ее ареала на Аляске достигает 65°с.ш., далее она спускается к югу Гудзонова залива и Лабрадора, в Европе она достигает 70°с.ш. в Норвегии, далее идет к Белому морю, Ладоге и верхнему бассейну Волги и Камы, в Сибири она постепенно опускается к Байкалу, отсюда идет к среднему течению Амура. Начало тропического разрыва в ареале земляники – в Америке, где по всем Кордильерам и Андам успешно произрастает и используется дикая *F.chiloensis*, спускается до Центральной Америки к широтам ниже 18°с.ш. В Старом Свете граница тропического разрыва начинается на севере Алжира и Туниса, идет к Стамбулу, южному берегу Черного моря, Закавказью, северной границе Ирана и далее через Синьцзян к бассейну Хуанхэ. В Южном Полушарии культура земляники распространена по областям Анд от севера Колумбии до 40°ю.ш., она имеется в юго-восточной части Австралии и Северном острове Новой Зеландии. Производство земляники составляет 50 % валового производства всех ягод. В мире получают в среднем по 1,5 млн. т земляники в год. В число стран, занимающих передовые позиции по возделыванию земляники, входят США (295 тыс. т в год), Польша (200 тыс. т), Италия (180 тыс. т), Япония (175 тыс. т), Франция (100 тыс. т) и Мексика (90 тыс. т). Мировой сортимент земляники составляет 10 тыс. сортов. Урожайность в передовых хозяйствах от 8 до 20 т/га. В США зафиксирован рекордный урожай 100 т/га.

3.13.2. Требования к почве и особенности минерального питания растений

Виноград. Под виноград выбирают легкие по гранулометрическому составу почвы: суглинистые, песчаные, которые содержат большое количество щебня, хряща, камней. Грунтовые воды должны находиться не ближе 1,25–1,50 м от поверхности почвы. Виноград хорошо растет в широких пределах реакции среды: pH от 5,0 до 8,8, но экологический оптимум составляет 6,5–8,5 (табл. 191; Вальков В.Ф. и др., 2010).

Таблица 191 – Показатели оптимума, экономически допустимого минимума и максимума почвенных характеристик для винограда.

Показатель	Минимум	Оптимум	Максимум
Содержание гумуса, %	0,5–2,5	2,5–3,5	3,5–6,0
pH водной суспензии	5,5–6,5	6,5–8,5	8,5–8,8
Плотность, г/см ³	–	1,1–1,35	1,35–1,50
Содержание физической глины (< 0,01 мм), %	< 10	30–40	40–65
Na обменный, % от ЕКО	–	3–7	> 10
Плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении, %	–	0,4–0,6	0,6–1,0
Содержание CaCO ₃ , %	–	0,3–40,0	40–60

В Ростовской области наиболее пригодны для возделывания винограда мощные наносные почвы подножий южных склонов в долине Дона. Лучшими почвами для виноградников в Ростовской области являются черноземы с известковым щебнем.

Лучшими почвами для виноградников в центральной зоне Краснодарского края являются наносные черноземы надпойменных террас с неглубоким залеганием грунтовых вод. В черноморской зоне вдоль берега Черного моря от Таманского полуострова до Абхазии на залегающих узкой полосой луговых песчаных почвах, подстилаемых приморскими песками, при систематическом внесении удобрений возможно получение очень высоких урожаев винограда. В предгорной зоне Краснодарского края лучшими для виноградников являются перегнойно-карбонатные и бурые лесные почвы

Для возделывания винограда в Ставропольском крае наиболее пригодны подножия Ставропольской возвышенности с черноземно-видными делювиальными почвами легкого механического состава. В предгорной зоне Северного Кавказа лучшими для виноградарства являются пологие склоны и равнины с предгорными черноземами, черноземно-известковыми и бурыми горнолесными почвами. Лучшими для виноградарства почвами в Дагестане являются луговые каштановые почвы террасы Самура, а на восточных склонах Кавказских гор – суглинистые лесные почвы без известки со слабокислой или нейтральной реакцией почвенной среды. В горных районах Дагестана под виноградники предпочтительнее использовать мощные разности горно-

степных почв каштанового типа на южных склонах и на равнинных, удобных для орошения участках.

Крыжовник требователен к плодородию почвы. Лучшие почвы для него в Центрально-Черноземной зоне – суглинистые и супесчаные, средние по гранулометрическому составу, с высоким содержанием органического вещества, рыхлые. Очень легкие песчаные и тяжелые глинистые почвы нежелательны для этой культуры. На Кубани крыжовник хорошо растет на структурных почвах с высоким содержанием органического вещества, что является одним из условий создания высокоурожайных и долговечных насаждений.

В зоне распространения дерново-подзолистых почв лучшими для крыжовника считаются дерново-, средне- и слабоподзолистые почвы среднего гранулометрического состава с мощностью гумусированного горизонта до 30–40 см, в зоне распространения серых лесных почв – темно-серые и светло-серые. Важное значение имеет подпочва. Она должна пропускать воду, но вместе с тем и задерживать ее, поэтому лучшая подпочва – суглинок. Непригодны в качестве подпочвы песок, не держащий воду, и глина, задерживающая ее избыток.

Для *земляники* пригодны все виды супесчаных почв, а также и песчаные почвы, если обеспечены питательными веществами и водой. Легкие почвы особенно важны для ранних сортов, так как они быстро прогреваются, и это соответственно ускоряет созревание ягод. Богатые органическими веществами почвы также во многих местах оказались пригодными для культуры земляники. Благоприятным местообитанием могут быть участки, освобожденные от леса, поскольку известно, что земляника очень хорошо растет на слегка кислой почве, и как раз на таких почвах ее ягоды отличаются исключительным вкусом.

Малина и *ежевика* высокотребовательны к почвенному плодородию. Лучшие по гранулометрическому составу для них – хорошо дренированные средние суглинки. Можно возделывать рассматриваемые ягодные культуры на различных типах почвы в зависимости от района возделывания: дерново-подзолистых, серых лесных, черноземных, темно-каштановых, сероземных и др. При использовании под малину и ежевику песчаных и глинистых почв требуется хорошая заправка органическими удобрениями, причем песчаные почвы нуждаются, кроме того, в регулярных и обильных поливах. Наименее требовательны к почвенным условиям сорта стелющейся ежевики, но и сорта с пряморослыми побегами дают высокие урожаи только на достаточно плодородных и хорошо увлажненных почвах.

Для растений малины и ежевики предпочтительна слабокислая реакция почвенного раствора (рН 5,7–6,5). Указанные культуры не выносят повышенного содержания в почве карбоната кальция (известняка), способствующего превращению многих элементов питания в труднодоступные для растений соединения и вызывающего хлороз листьев. Малина и ежевика болезненно реагируют и на засоление почвы. Даже небольшое содержание хлоридов, сульфатов и других вредных

солей приводит к общему угнетению растений, резкому снижению их продуктивности и даже гибели.

Большое влияние на температурный и водно-воздушный режим почвы оказывает рельеф местности. Так, в условиях средней полосы России равнинные участки с небольшими склонами (до 5–6°) имеют определенные преимущества перед низменными вследствие благоприятного воздействия воздушного дренажа.

3.13.3. Место в севообороте

Лучшие предшественники для ягодных культур – пар, однолетние и многолетние травы, пропашные культуры. Непригодны для посадок ягодных культур участки культуры имеющие с ним общие болезни. Так для земляники малопригодны участки после пасленовых и тыквенных культур, поскольку они могут быть носителями возбудителей вилта. Опасность заражения стеблевой нематодой возрастает, если землянику сажают после растений семейств сложноцветных и лютиковых.

3.13.4. Удобрение

Виноград. Для жизнедеятельности винограда в значительных количествах требуются азот, фосфор, калий; в меньших – кальций, магний, сера. В очень небольших количествах нужны бор, марганец, медь, молибден, железо, цинк, кобальт и другие микроэлементы.

Азот входит в состав всех аминокислот и белков, фосфатидов, нуклеиновых кислот, хлорофилла, алкалоидов, многих витаминов глюкозидов, гормонов играющих ведущую роль в процессах обмена веществ. Именно поэтому азот часто является фактором, ограничивающим рост урожая винограда. Известный российский ученый микробиолог В.Л. Омелянский, подчеркивая значимость азота, писал, что азот более драгоценен с общеприкладной точки зрения, чем самые редкие из благородных металлов. При недостатке азота в почве отмечается слабый рост побегов, недостаточное развитие соцветий, осыпание завязей; листья принимают бледную окраску и быстро желтеют. Избыток азота приводит к затягиванию роста: ткани побегов, листьев и корней становятся рыхлыми, созревание ягод замедляется, вызревание побегов ухудшается, зимостойкость снижается. Обильное и одностороннее применение азотных удобрений, особенно на богатых почвах, приводит к увеличению в вине белковых веществ. Эти вина имеют травянистый привкус, медленно освещаются и не отличаются прозрачностью и блеском.

Фосфор входит в состав нуклеопротеидов, нуклеиновых кислот, фосфатидов, фитина, фосфорных эфиров. Фосфор содержится преимущественно в соцветиях, прорастающей пыльце, завязях, семенах винограда и играет важную роль в передаче наследственных признаков. Он необходим для фотосинтеза, дыхания, а также для превращения сахара в крахмал и крахмала в сахар; имеет большое значение для обмена азотистых веществ в растении. Недостаток фосфора ослабляет энергию роста побегов, приводит к появлению мелких листьев тусклого темно-зеленого цве-

та и к несвоевременному их опадению. При этом ослабляется развитие корней, плохо проходят закладка плодовых почек и оплодотворение соцветия. Установлено, что если почва содержит достаточное количество фосфора и азота, то дополнительное внесение фосфора не оказывает на виноград отрицательного влияния. Многочисленные данные показывают, что преобладание фосфора по сравнению с азотом в удобрениях способствует лучшему качеству вина и быстрому его осветлению.

Калий. Виноград – калиефильное растение. Физиологическая роль этого элемента в жизни виноградного растения проявляется прежде всего в поддержании благоприятных физико–химических свойств протоплазмы – ее оводненности, вязкости, эластичности. Калий содержится, главным образом, в молодых побегах винограда, в почках и в листьях. Содержание его в винограде выше, чем в других плодовых растениях. Калий имеет большое значение для образования крахмала и формирования белковых соединений, повышает устойчивость растений к заболеваниям, засухе и морозам, увеличивает сахаристость сока ягод и одновременно уменьшает его кислотность. Недостаточное количество калия прежде всего сказывается на листьях средней части побегов: вначале они теряют зеленую окраску по краям, затем – между главными жилками, а затем на пластинках листа образуются бурые пятна. Листья опадают преждевременно, особенно на кустах с большой нагрузкой. При недостатке калия гроздья бывают небольшие, плотные, с мелкими, неравномерно созревающими ягодами; плохо утолщаются побеги и штамб куста. Наибольшая потребность винограда в калии наблюдается в первый период роста куста и во время созревания ягод. Высокое содержание калия в почве снижает рост побегов и листьев винограда, повышает качество ягод.

Кальций. Растения испытывают нехватку кальция на сильнокислых почвах, а иногда и на солонцеватых почвах. Этот элемент накапливается в стареющих клетках преимущественно в виде оксалата кальция, поэтому симптомы нарушения питания им обнаруживаются раньше всего на верхних молодых частях растения. Однако страдает все растение, так как в условиях дефицита кальция поражается корневая система растений: перестают образовываться корневые волоски, корни покрываются слизью, гнивают. Причина этого явления – растворение без кальция пектиновых веществ и липоидов, пропитывающих стенки клеток растений. Основная функция кальция – нейтрализация образующихся в растении органических кислот. Кроме того, он способствует усвоению азота. Важную роль играет кальций в процессах обмена, он способствует передвижению углеводов, превращению азотистых веществ, ускорению расхода запасных белков в период возобновления ростовых процессов. Кроме того, кальций благоприятно влияет на растения косвенно, так как его наличие в почве улучшает ее физические и химические свойства. При недостатке кальция проявляются все признаки азотного голодания, рост листьев задерживается и на них появляются коричневые пятна. В результате заметно снижается качество винограда и вина. Избыток

кальция в почве ведет к появлению хлороза листьев, в первую очередь на подвойных и изабелльных сортах винограда. Поэтому при подборе этих сортов надо учитывать содержание кальция в почве. Сера, магний, железо имеют небольшое значение для винограда: потребность винограда в них очень невелика и обычно обеспечивается за счет имеющихся в почве подвижных форм этих элементов. Однако на песчаных почвах или почвах с высоким содержанием извести нередко наблюдается хлороз винограда, вызванный пониженным содержанием в растении подвижных форм железа, серы и магния.

Бор, цинк, медь, марганец. При дефиците бора нарушается обмен веществ винограда, в результате чего значительно снижается его урожай. Бор способствует уменьшению хлороза винограда. Недостаток бора для винограда чаще наблюдается на легких песчаных и супесчаных почвах, чем на тяжелых глинистых и суглинистых. Цинковое голодание влечет за собой слабый рост побегов и осыпание цветков. Недостаток цинка чаще всего проявляется на карбонатных, легких по гранулометрическому составу почвах и особенно там, где содержится большое количество медленно разлагающегося органического вещества. Установлено, что цинковые удобрения улучшают корнеобразование у виноградных прививок и срастание привоя с подвоем. Недостаток меди и марганца может отрицательно сказываться на росте, развитии и продуктивности растений. Достаточное количество меди обычно попадает в почву виноградников при обработке против милдью препаратами, содержащими медь, поэтому медная недостаточность на виноградниках проявляется редко.

В отдельных случаях возникает необходимость внесения *магние-вых* удобрений на песчаных почвах; *марганцевых* – на богатых известью и *железных* – на карбонатных.

На формирование 1 т гроздей винограда используется 5–8 кг азота, 1,5–4 – P_2O_5 , 5–10 – K_2O , 0,5–0,8 – CaO , 0,2–0,4 кг MgO , 40 г меди, 14 – марганца, 7 – бора, 6 – цинка, 0,28 – кобальта, 0,06 г молибдена. Высококачественные технические сорта винограда потребляют микроэлементов на единицу урожая больше, столовые – меньше.

Поступление элементов минерального питания в виноградное растение начинается во время «плача» и значительно возрастает в период роста побегов. С увеличением массы листьев, соцветий и побегов содержание в них питательных веществ снижается. Максимальное накопление элементов питания наблюдается к фазе цветения. Во второй половине вегетации поступление питательных веществ в виноградное растение снижается вследствие ослабления ростовых процессов и подсыхания почвы на виноградниках. Эти меняющиеся по периодам роста и развития потребности виноградного растения в элементах питания удовлетворяются сочетанием предпосадочного внесения удобрений с подкормками в период вегетации.

Технология применения удобрений на виноградниках предусматривает внесение удобрений под плантажную вспашку, припосадочное внесение, удобрение молодых и плодоносящих виноградников.

До проведения плантажной вспашки участки с кислыми почвами известкуют, а солонцеватые – гипсуют.

Фосфорно-калийные удобрения в неукрывной зоне под виноград вносят осенью и весной, в укрывной – перед укрытием или после раскрытия винограда рано весной. При внесении фосфорно-калийных удобрений в запас нормы их увеличивают на кратное число лет по сравнению с годовой нормой. Азотные удобрения вносят ежегодно. Периодичность внесения органических удобрений зависит от содержания в почве гумуса. Виноград хорошо реагирует на использование сидератов.

Предпосадочное внесение удобрения на почвах с низкой обеспеченностью растений элементами питания под плантажную вспашку вносят 80 т/га навоза, $P_{400-600}K_{600-800}$, со средней обеспеченностью – 60 т/га навоза, $P_{400}K_{400}$, с повышенной обеспеченностью – 40 т/га навоза, $P_{200}K_{400}$ (табл. 192–193; Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В., 1998). На смытых почвах с низким плодородием нормы навоза увеличивают до 100 т/га. Внесение удобрения повышает урожай и улучшает качество ягод в течение 6–10 лет.

Припосадочное внесение удобрений. Внесение удобрений под плантажную вспашку предусматривает доведение до оптимального уровня содержания элементов питания. Если удобрения под плантажную вспашку не вносят, то их вносят за 1–2 недели до посадки винограда лентами на глубину 35–40 см на расстоянии 30–40 см от будущего ряда.

При гидромеханизированной посадке винограда удобрения вносят в виде водного раствора (по 80 г азота, фосфора и калия на 100 л воды). При ручной посадке вносят в посадочные ямы 1–2 кг перегноя, 10–20 г аммонийной селитры, 50 г простого суперфосфата, 10–20 г хлористого калия или сульфата калия. Удобрения предварительно перемешивают с почвой и засыпают на 5–10 см слоем почвы.

Таблица 192 – Обеспеченность растений винограда азотом, фосфором и калием, мг/кг почвы

Обеспеченность питательными веществами	Низкая	Средняя	Повышенная	Высокая	Очень высокая
Гумус (по Тюрину), %	2–4	4,1–6	6,1–8	8,1–10	>10
Легкогидролизуемый азот по Корнфилду	100–150	151–200	>200	–	–
по Тюрину и Кононовой	30–40	40,1–50	50,1–70	70,1–100	>100
Нитрификационная способность (по Кравкову)	5–8	8,1–15	15,1–30	30,1–60	>60
Фосфор:					
по Чирикову	51–100	101–150	151–200	201–250	>250
по Мачигину	15–30	30,1–45	45,1–60	60,1–80	>80
Калий:					
по Чирикову	40–80	80,1–120	120,1–180	180,1–250	>250
по Мачигину	200–300	301–400	401–500	501–600	>600

Таблица 193 – Нормы удобрений под плантажную вспашку в зависимости от обеспеченности почвы элементами питания

Удобрения	Обеспеченность почв элементами питания				
	очень низкая	низкая	средняя	повышен	высокая и очень высокая
Органические, т/га	80–100	60–80	40–60	30–40	0
Фосфорные, кг/га	600–800	400–600	200–400	200–300	0
Калийные, кг/га	800–1000	600–800	400–600	200–400	0

Удобрение молодых виноградников. При внесении удобрений под плантажную вспашку молодые виноградники первые 2–3 года не удобряют, на 3–4-й год вносят азотные удобрения. Под неудобренные при закладке виноградники ежегодно вносят азотные, фосфорные и калийные удобрения (табл. 194).

Таблица 194 – Нормы удобрений для молодых виноградников, кг/га

Питательные вещества	Обеспеченность виноградников			
	очень низкая	низкая	средняя и повышенная	высокая и очень высокая
N	60–80	40–60	20–40	0
P ₂ O ₅	60–80	40–60	20–40	0
K ₂ O	60–80	40–60	20–40	0

При орошении на почвах легкого гранулометрического состава рекомендуют дробное внесение удобрений – 50 % в основном, остальное – в виде 2–3 подкормок. Нормы удобрений и периодичность внесения корректируют на основании результатов почвенной и растительной диагностики. При ленточном внесении удобрений место рядка или очага изменяют.

Удобрение плодоносящих виноградников. Определение видов и норм удобрений зависит от состояния конкретного массива виноградника, планируемой урожайности и показателей качества, погодных условий, обеспеченности влагой, питательными веществами (табл. 195). На хорошо обеспеченных влагой виноградниках применяют более высокие нормы удобрений, на недостаточно обеспеченных (неорошаемые, в зоне недостаточного увлажнения, на маловлагодомных почвах, на крутых склонах) – более низкие.

При оценке состояния растений винограда необходимо учитывать прирост, урожайность и его качество в предыдущем году. Полноценными являются побеги, у которых диаметр более 6 мм, а длина 100–150 см. Сильно развитые, «жирующие» побеги относятся к группе полноценных и один жирующий побег принимают за два полноценных:

Интенсивность роста кустов	Число полноценных побегов, тыс./га
Слабая	<30
Средняя	30–50
Сильная	> 50

Таблица 195 – Ориентировочные нормы удобрений для плодоносящих виноградников в зависимости от состояния растений, уровня почвенного плодородия, влагообеспеченности и планируемой урожайности, кг/га д. в.

Обеспеченность почвы питательными веществами	Обеспеченность влагой	Интенсивность роста побегов		
		сильная	средняя	слабая
Азотные удобрения				
Очень низкая	достаточная	70*/90**	90/120	120/150
Низкая		60/80	80/100	100/120
Средняя		45/60	60/80	90/100
Высокая		30/45	45/60	60/90
Низкая	недостаточная	45/60	60/80	90/100
Средняя		36/50	45/60	60/80
Высокая		30/45	40/50	45/60
Фосфорные удобрения				
Очень низкая	достаточная	100/120	120/150	150/180
Низкая		90/100	100/120	120/150
Средняя		70/90	90/100	100/120
Высокая		60/80	80/90	90/100
Очень низкая	недостаточная	90/100	100/120	120/150
Низкая		70/90	90/100	100/120
Средняя		60/80	80/90	90/100
Высокая		45/60	60/80	80/90
Калийные удобрения				
Очень низкая	достаточная	100/120	120/140	140/150
Низкая		90/100	100/120	120/140
Средняя		70/90	90/100	100/120
Высокая		60/80	80/90	90/100
Очень низкая	недостаточная	90/100	100/120	120/140
Низкая		70/90	90/100	100/120
Средняя		60/80	80/90	90/100
Высокая		50/70	60/80	70/90

* – числитель – для урожайности 8–10 т/га;

** – знаменатель – для урожайности 12–15 т/га.

Нормы удобрения корректируют с учетом сортовых особенностей винограда и целей выращивания. Для удобрения высоко- и среднепродуктивных сортов и участков необходимы более высокие нормы удобрений.

На почвах с низким содержанием гумуса вносят 30–40 т/га навоза раз в 2–3 года, при высоком содержании – через 4–5 лет. На смытых почвах нормы навоза увеличивают. Высокоэффективным является применение навозной жижи (40–60 т/га) на глубину 30–40 см перед распусканием почек, после цветения и в период налива гроздей. При обновлении плантажа вносят органические удобрения.

На плодоносящих виноградниках применяют и расчетные методы определения норм удобрений по выносу элементов питания на единицу продукции с учетом агрохимических свойств почвы. Усредненные

нормы минеральных удобрений для зон промышленного виноградарства Краснодарского края рассчитаны кубанскими учеными-виноградарями.

Азотные удобрения вносят ежегодно. Если насаждения размещены на плодородных участках, их доза может быть сведена к минимуму – 20–40 кг/га д. в. Периодичность внесения фосфорных и калийных удобрений определяется плодородием почвы. При очень низкой обеспеченности фосфором и калием их применяют со 2-го года произрастания, низкой – 4-го, средней и высокой – с 6-го. Внесение фосфорно-калийных удобрений производится в запас один раз в 2–3 года.

Наилучшее сочетание удобрений, дающее наибольший экономический эффект, – полное минеральное с преобладанием элемента, находящегося в минимуме. Для черноземов всех типов это фосфор, для дерново-карбонатных почв – калий. Периодичность внесения: при очень низкой обеспеченности – ежегодно, низкой – один раз в 2 года, средней – один раз в 3 года, высокой – один раз в 3–4 года. Часть основных удобрений переходит в трудноусвояемую для растений форму. Поэтому в наиболее важные периоды вегетации винограда необходимо проводить подкормку. Подкормка способствует усиленному плодоношению винограда и лучшему формированию соцветий в почках под урожай будущего года. Подкормка винограда дает хорошие результаты на фоне основного удобрения, однако не заменяет его. Различают корневые и некорневые подкормки винограда.

Подкормки следует давать в жидком виде. Рекомендуется проводить две подкормки: первую – за 10–15 дней до цветения и вторую – до начала созревания ягод. Первую подкормку проводят полным удобрением из расчета $N_{20}K_{20}P_{20}$, вторую фосфорно-калийным. В производственных условиях виноград подкармливают специальными подкормочными машинами на глубину около 25 см (можно и глубже) или гидробурами. Указанная выше норма удобрений должна быть разбавлена не меньше чем в 3000–4000 л воды.

На орошаемых виноградниках удобрения для подкормки можно вносить на дно поливных борозд. При наличии соответствующих приспособлений это делают одновременно с нарезкой борозд. Некоторые хозяйства вносят удобрения в оросители, откуда они поступают на виноградник с поливной водой. При небольших площадях подкормочные растворы можно вносить в небольшие ямки, вырытые в междурядьях против кустов, на глубину 20–25 см, или под кусты в лунки. В последнем случае нужно подкармливать более слабыми растворами, чем те, которые были указаны для подкормочных машин и гидробуров.

При первой подкормке по лункам на 1 куст вносят 25–30 г аммонийной селитры, 20–25 г сернокислого калия и 50–60 г суперфосфата. Это количество удобрений разводят в ведре воды. Если этих удобрений нет, можно взять другие: вместо аммонийной селитры сульфат аммония (40 г на куст) или мочевины (20 г на куст), вместо сернокислого калия калийную соль (25 г на куст) или хлористый калий (15–17 г на куст). При второй подкормке азотные удобрения исключают, остальные берут в той же дозе.

Вместо минеральных удобрений при первой подкормке хорошо использовать органические: птичий помет, коровий навоз и другие. Особенно ценен птичий помет. Его намачивают в двух частях воды в течение 1–2 суток, а перед использованием разбавляют еще в 5–10 раз. При использовании коровьего навоза его также сначала намачивают в небольшом количестве воды, а потом разбавляют в 3–6 раз.

При некорневых подкормках минеральные соли наносятся на поверхность листьев, откуда они проникают во внутренние ткани. Это наиболее быстрый путь доставки питательных веществ к ассимилирующим органам – листьям. Подкормку проводят в 3 срока: до цветения, после цветения и перед созреванием ягод. Эту работу проводят в утренние, а лучше в вечерние часы, чтобы предотвратить быстрое высыхание раствора на листьях после опрыскивания.

Некорневые подкормки проводят калийными, фосфорными удобрениями, а также микроэлементами в соответствующих концентрациях (табл. 196; Рубцова В.В., 1969). Некорневую подкормку фосфором и калием легко совместить с опрыскиванием кустов бордоской жидкостью против милдью. Однако при смешивании суперфосфата с бордоской жидкостью растворимость фосфатов кальция снижается, поэтому для комбинирования подкормок берут суперфосфат с хлористым калием. При этом в бордоскую жидкость добавляют предварительно смешанные растворы хлористого калия и суперфосфата. При подкормках увеличивается кислотность бордоской жидкости, поэтому для нейтрализации раствора необходимо добавлять известковое молоко.

Таблица 196 – Приготовление растворов для некорневых подкормок

Удобрение	Концентрация раствора, %	Количество удобрения на 10 л воды, г
Суперфосфат	4,0–5,0	400–500
Хлористый калий	0,5–1,0	50–100
Борная кислота	0,1–0,2	10–20
Сернокислый марганец.	0,1–0,2	10–20
Сернокислый цинк	0,02–0,05	2–5

Внесение микроэлементов сочетают с внесением основного удобрения при корневых и некорневых подкормках.

Смородина, крыжовник, малина, земляника. Удобрения под эти культуры вносят до посадки, при посадке и в период вегетации.

Предпосадочное внесение. Перед закладкой ягодников почву глубоко пахут с внесением органических и минеральных удобрений (табл. 197). Дозы фосфорных и калийных удобрений под плантажную вспашку дифференцируют в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия в почве. Для устранения избыточной кислотности подзолистых почв (рН ниже 5,5) вносят известковые удобрения (известняковую муку, молотый известняковый туф, доломитовую муку)

под смородину и землянику из расчета полной гидrolитической кислотности, под малину – 0,75 и крыжовник – 0,5 гидrolитической кислотности. Под землянику известь применяют за год или два до ее посадки (под предшественник). В ягодниках почву известкуют через каждые 8–10 лет.

Таблица 197 – Примерные дозы удобрений под глубокую вспашку для закладки ягодников

Культура	Обеспеченность почвы фосфором и калием	Навоз, компост, т/га	Доза удобрения, кг/га			
			на легких почвах		на тяжелых почвах	
			P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Смородина	низкая	100	250	200	300	250
	средняя	80	175	150	200	175
	повышенная	40–60	120	100	150	120
Крыжовник	низкая	100	200	250	250	300
	средняя	80	150	175	175	200
	повышенная	40–60	100	120	120	150
Земляника и малина	низкая	80	150	120	150	150
	средняя	60	100	80	120	100
	повышенная	40	60	50	70	60

На легких почвах норму извести (доломитовую муку) снижают на одну треть. Если в качестве калийного удобрения используют золу, то норму извести уменьшают в соответствии с содержанием углекислого кальция в ней, а под крыжовник – совсем не применяют.

При недостатке извести в хозяйстве ее вносят небольшими нормами вместе с минеральными удобрениями в следующем соотношении: на 1 ц аммонийной селитры – 0,7 ц углекислой извести, на 1 ц сульфата аммония – 1,3, на 1 ц мочевины – 0,8 и на 1 ц хлористого калия – 0,5 ц.

Удобрение плодоносящих ягодников. Удобрения применяют на всей площади: навоз, компост один раз в 2–3 года, минеральные удобрения ежегодно. Средние нормы органических и минеральных удобрений для плодоносящих ягодников в зависимости от их возраста и урожайности культур представлены в таблице 198.

Нормы удобрения уточняют применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям ягодника. Сначала их корректируют исходя из степени обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия с учетом уровня урожайности насаждений (табл. 199). Для этого используют поправочные коэффициенты к средним ориентировочным нормам (табл. 200).

Отсутствие достаточно надежного метода для определения подвижных форм азота в почве и оценки обеспеченности ее этим элементом не позволяет корректировать нормы азотного удобрения по данным почвенного анализа. Оставлять же норму азота без изменения при уточнении норм фосфора и калия, а, следовательно, резком изменении соотношения N:P:K в сторону превалирования фосфора и калия над азотом будет не-

правильным, ибо азотное удобрение в садоводстве является наиболее важным. Поэтому, если нормы фосфора или калия с учетом содержания их в почве увеличены, то нормы азота тоже повышают до их уровня. При снижении норм фосфора или калия (при повышенном содержании этих элементов в почве) нормы азота оставляют без изменения.

Таблица 198 – Ориентировочная норма удобрений и срок их внесения под ягодные культуры

Насаждения	Органические, т/га	Минеральные, кг/га			Срок внесения
			P ₂ O ₅	K ₂ O	
Богара					
Ягодные кустарники:					
до посадки	40	40	120	120	под предпосадочную вспашку
1–2–летние	–	60	–	–	ежегодно, весной
3–летние и старше	–	90	75	50	ежегодно: N – 50 % весной, 50 % осенью; РК – осенью
маточники	30	90	60	60	органические – через каждые 2 года осенью; минеральные – ежегодно: N – 50 % весной и 50 % летом; РК – осенью
Орошение					
Ягодные кустарники:					
до посадки	40	40	120	120	под предпосадочную вспашку, осенью
1–2–летние	–	60	–	–	ежегодно, весной
3–летние и старше	–	100	75	60	ежегодно: N – 50 % весной, 50 % осенью; РК – осенью
Земляника:					
до посадки	40	40	120	120	под предпосадочную вспашку, осенью
плодоносящая	–	100	–	–	ежегодно, август
маточники	40	120	60	50	органические и РК – под предпосадочную вспашку, осенью; N – 50 % осенью и 50 % летом

Таблица 199 – Уровень урожайности ягодных насаждений в различные возрастные периоды, ц/га

Уровень урожайности	Смородина		Крыжовник		Малина	Земляника
	плодоношение					
	начальное	полное	начальное	полное		
Средний	15–30	30–60	25–50	50–150	30–60	50–100
Высокий	30–60	60–120	50–100	150–250	60–100	100–200

Таблица 200 – Поправочные коэффициенты к средним ориентировочным нормам удобрений в зависимости от обеспеченности почв питательными веществами и величины урожая

Уровень обеспеченности почвы подвижными формами элементов	Уровень урожайности					
	смородина		крыжовник		малина	земляника
	средний	высокий	средний	высокий	средний	высокий
Фосфор						
Низкий	1,5	1,8	1,3	1,5	1,3	1,5
Средний	1,0	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2
Повышенный	0,8	1,0	0,7	0,9	0,5	0,7
Высокий	–	0,6	–	0,5	–	0,5
Очень высокий	–	–	–	–	–	–
Калий						
Низкий	1,3	1,5	1,5	1,8	1,3	1,5
Средний	1,0	1,3	1,0	1,4	1,0	1,3
Повышенный	0,7	0,9	0,8	1,0	0,6	0,8
Высокий	–	0,5	–	0,6	–	0,5
Очень высокий	–	–	–	–	–	–

После уточнения норм удобрений по показателям обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия, а также планируемой урожайности насаждений, их вторично корректируют по результатам листовой диагностики (табл. 201). Средняя из этих уточненных норм удобрений (по показателям почвы и листьев) является той дифференцированной нормой, которая используется в конкретном насаждении.

Таблица 201 – Обеспеченность ягодных культур элементов питания по их содержанию в листьях растений, % сухого вещества

Элемент	Уровень содержания элементов питания				
	низкий	недостаточный	оптимальный	выше оптимального	избыточный
Крыжовник					
N	ниже оптимального на	ниже оптимального до	2,4±0,2	выше оптимального до	выше оптимального на
P ₂ O ₅	20–30 % и >	до 15–20 %	0,55±0,1	15–20 %	20–30 % и >
K ₂ O			2,3±0,3		
Малина					
N	ниже оптимального на	ниже оптимального до	2,6±0,3	выше оптимального до	выше оптимального на
P ₂ O ₅	20–30 % и >	15–20 %	0,60±0,05	15–20 %	20–30 % и >
K ₂ O			1,7±0,4		
Земляника					
N	ниже оптимального на	ниже оптимального до	2,6±0,4	выше оптимального до	выше оптимального на
P ₂ O ₅	20–30 % и >	15–20 %	0,60±0,05	15–20 %	20–30 % и >
K ₂ O			2,2±0,4		
Смородина					
N	ниже оптимального на	ниже оптимального до	2,7±0,3	выше оптимального до	выше оптимального на
P ₂ O ₅	20–30 % и >	15–20 %	0,7±0,1	15–20 %	20–30 % и >
K ₂ O			2,0±0,3		

Использование данных растительной диагностики для уточнения норм удобрений состоит в том, что при низком содержании в листьях элементов питания средние нормы удобрений увеличивают на 50 %, недостаточном – применяют рекомендуемые средние нормы, оптимальном уровне содержания – средние нормы удобрений уменьшают на 25 %, при уровне содержания выше оптимального не более чем на 15–20 % используют половинные нормы от средних рекомендуемых, а при избыточном содержании элементов питания (на 20–30 % и более по сравнению с оптимальным) удобрения не дают.

Органические, фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под зяблевую обработку почвы, азотные – ранней весной до начала вегетации под первую культивацию, фосфорные и калийные удобрения целесообразно применять в борозды на глубину 40 см 1 раз в 3 года в тройных дозах.

Минеральные удобрения под ягодники вносят ежегодно, органические – раз в 2 года. В годы, когда вносят органические удобрения, норму минеральных удобрений уменьшают вдвое. Под малину после уборки урожая целесообразно вносить половину нормы фосфорно-калийных удобрений.

На легких почвах, а также при намечающемся высоком урожае азотное удобрение лучше вносить в два срока: 70 % годовой нормы – ранней весной и 30 % – в фазы физиологического осыпания завязи в плодовом саду и зеленой завязи в ягодниках. При слабоинтенсивной окраске листьев на ягодных растениях 20–30 % весенней нормы азотного удобрения применяют дополнительно в июне в виде аммиачной селитры, мочевины, аммиачной воды и безводного аммиака.

Аммиачную воду, которая для ягодных культур равноценна аммонийной селитре, можно вносить и поздней осенью специальными культиваторами-растениепитателями на глубину 10–12 см.

Земляника является культурой, требовательной к минеральному питанию, но ее потребность меняется в течение вегетационного периода. Для этой культуры характерны два периода интенсивного поглощения питательных веществ: первый – весенне-летний, когда у растений происходит нарастание листового аппарата, формирование цветоносов и ягод; второй – летне-осенний, когда идет усиленный рост корней, усов, смена листового аппарата и, вместе с тем, закладка цветочных почек для урожая будущего года. Эти периоды и определяют основные два срока внесения удобрений: весной (конец апреля – начало мая) и в послеуборочный период (июль–август). Следовательно, годовая норма удобрений вносится двумя равными частями в указанные сроки.

В год весенней посадки земляники половину ($N_{50}P_{50}$) годовой нормы ($N_{100}P_{100}K_{50}$) вносят после полной приживаемости растений (июнь), вторую – в августе. В это же время проводится внекорневая подкормка (0,02 %-ным раствором бора).

Для малины решающее значение имеет предпосадочная заправка почвы. Однако в 3–4-летних насаждениях у растений появляется потребность в дополнительном удобрении. Ежегодно с урожаем и от-

плодоносившими стеблями безвозвратно теряется азота, фосфора, калия, кальция эквивалентно 250 кг сульфата аммония, 80 кг суперфосфата, 130 кг сульфата калия, 60 кг известняка. Кроме того, большое количество элементов питания вымывается и удаляется с сорняками. Все эти потери должны быть возмещены.

Нормы удобрений определяют в каждом конкретном случае в зависимости от типа почвы, экономической эффективности и уровня агротехники. Так, например, мульчирование вызывает накопление в почве фосфора и калия, а содержание азота при этом уменьшается. На орошаемых плантациях необходимо вносить более высокие нормы калийных удобрений.

Особенно осторожно надо обращаться с азотными удобрениями. Лишний азот в весенний период провоцирует быстрый рост молодых побегов, и к моменту сбора урожая они затеняют плодоносящие стебли, снижая качество ягод и затрудняя уборку. В конце лета в присутствии большого количества азота в почве побеги долгое время не прекращают рост, не вызревают и повреждаются осенними низкими температурами. Весной такие стебли отстают в развитии. Недостаток азота сдерживает рост побегов, и они не достигают нормальной для сорта высоты. Листья на таких побегах мелкие, светло-желтые. Продуктивность растений резко снижается.

Очень чувствительны растения малины к калийным удобрениям. При недостатке калия листья мельчают, края их становятся темно-бурыми, ткани между жилками некротизируются. Побуревшие края коробятся, как при ожоге.

При фосфорном голодании развиваются тонкие побеги, в средней части которых листья приобретают пурпурный цвет и быстро отмирают.

Для поддержания плодородия почвы и получения ежегодно высоких урожаев вносят органические и минеральные удобрения в течение всех лет возделывания крыжовника. В том случае, если перед посадкой почва была достаточно заправлена удобрениями, то на второй-третий год после посадки можно ограничиться только подкормкой азотными удобрениями (аммонийная селитра, птичий помет, навозная жижа). На плодоносящих плантациях ежегодно применяют органические либо полное минеральное удобрение, либо те и другие, уменьшив их нормы.

3.14. Субтропические культуры

Субтропические культуры – многолетние вечнозеленые реже листопадные деревья, кустарники или травянистые растения, возделываемые в субтропиках. По биолого-производственной классификации это группа плодовых культур, которым для роста и плодоношения требуется продолжительный, равный почти целому году вегетационный период. Субтропические плодовые культуры подразделяются на:

1. Цитрусовые: мандарин, апельсин, лимон, грейпфрут – основные промышленные виды. Все относятся к семейству рутовые (*Rutaceae*).

2. Разноплодные: маслина (семейство маслиновые [*Oleaceae*]), инжир (семейство тутовые [*Moraceae*]), гранат (семейство гранатовые

[*Punicaceae*]), хурма (семейство эбеновые [*Ebenaceae*]), фейхоа (семейство миртовые [*Myrtaceae*]), унаби (семейство крушиновые [*Rhamnaceae*]), мушмула (семейство розановые [*Roosaceae*]), авокадо (семейство лещиновые [*Ceryloidaceae*]), орех грецкий, пекан (семейство ореховые [*Juglandaceae*]), каштан настоящий (семейство буковые [*Fagaceae*]). Объединяющее начало этой подгруппы – общность строения плода ореха, съедобная часть которого – семя заключено в твердый одревесневший оклоплодник.

Гранат. Плод содержит 38–63 % сока, остальное – составляют семена (10–20 %) и корка с пленчатыми перегородками (29–50 %). В соке 4,5–19,2 % Сахаров, 0,2–9,0 % лимонной и яблочной кислот и до 14 мг % витамина С. Сочные семена употребляются в пищу в свежем виде. Сок из них заготавливают впрок, перерабатывают на вино, используют для получения пищевой лимонной кислоты, для выработки соуса наршараба.

Инжир. Свежие плоды инжира сочные, сладкие, очень питательные, отличаются нежным вкусом и содержат от 8 до 27 % сахара. Из них изготавливают компоты, варенье, джем, повидло, пасту, конфеты, пудинг, мармелад, цукаты маринованный инжир, сгущенный сок. Наиболее ценным продуктом является сушеный инжир, плоды которого содержат до 76 % Сахаров, 46 мг % железа, 263 – фосфора, 227 – кальция, 1161 – калия, 117 мг % магния, в небольшом количестве витамины А₁, В₁, В₂, С, Е, РР.

Фейхоа привлекает к себе внимание особыми вкусовыми качествами плодов, а также их лечебными свойствами. Плоды фейхоа употребляются в свежем и переработанном виде. Они богаты пектинами, углеводами аскорбиновой кислотой, Р-активными веществами, полифенольными соединениями с преобладанием катехинов. Кроме того, в них накапливается большое количество йода. Плоды фейхоа обладают ярко выраженными бактерицидными свойствами по отношению к золотистому стафилококку и кишечной палочке, а также содержат большое количество противогипертонического витамина Р и полифенолы с преобладанием катехиновых веществ. Изумительный аромат, напоминающий одновременно ананас и землянику, хорошее соотношение кислоты и сахара при значительном содержании пектиновых веществ делают эти плоды ценным сырьем для приготовления высококачественных джемов, пюре, варенья, желе, лимонада, ликеров, конфет, компотов. Прекрасные ликеры получаются и из цветочных лепестков. Красивые зелено-серебристые кроны фейхоа привлекают взгляд и зимой и летом. Фейхоа широко используют во всех типах озеленения – аллеи, групповые посадки в открытых ландшафтах, солитеры в партерах.

Плоды *хурмы* вкусны и питательны. В свежем виде они содержат от 13 до 26 % сахаров. В основном это глюкоза и фруктоза. Содержание сахарозы незначительное – от 0,3 до 4,7 %. Плоды хурмы богаты витаминами С, Р, каротиноидами, лейкоантоцианами, а также органическими соединениями калия, кальция, железа, йода. Плоды хурмы отличаются низкой кислотностью и используются для лечения катара и язвы желудка.

ка, малокровия, базедовой болезни. Сок плодов хурмы является активнейшим противощитовидным средством; плоды используют при лечении склероза. Их применяют также для лечения гипертонии и атеросклероза. Сок хурмы обладает бактерицидными свойствами против кишечной палочки, протей, микобактерий, сенной палочки, золотистого стафилококка, сальмонеллы. Благодаря декоративности, хурму восточную, виргинскую и кавказскую можно использовать для посадки в парках и скверах.

Плоды *мандарина* имеют большую пищевую, диетическую и лечебную ценность. Употребляют их в основном в свежем виде. Мякоть плодов сочная, сладкая, содержит 7,6–8,3 % сахаров, 0,72–1,07 % органических кислот, 35 мг % витамина С, выход сока из мякоти составляет 71,5 %.

Апельсины как десертные фрукты занимают среди цитрусовых первое место. Мякоть содержит 88,6 % воды, 6,2–9,0 – сахаров, 0,093 – пектиновых веществ, 1,41 % органических кислот и витамины С, А, В₁, В₂, и РР.

Плоды *лимона* отличаются высокими питательными, диабетическими и лечебными свойствами. Мякоть плода лимона содержит до 88,3 % воды, 2,06 – сахаров, 1,12 – пектиновых веществ, 3,8–6,8 – органических кислот, 0,46 % минеральных веществ, витамины С, А, В₁, В₂, РР.

По объему продукции *грейпфрут* в мировом цитрусоводстве занимает второе место после апельсина. Плоды используют, в свежем виде и для приготовления сока. Химический состав плодов грейпфрута характеризуется значительным содержанием сахаров (7,34 %), лимонной кислоты (2,42 %), витамина С (33,6–44,2 мг %) и наличием особого горького глюкозида–нарингина, которому и приписывают в основном тонизирующие свойства грейпфрута.

Плоды *маслины* имеют большую пищевую ценность, обладают диетическими и лечебными свойствами. Они богаты белками, жирами, сахарами, пектинами, витаминами (А, В, С, Е, Р–активными катехинами), зольными веществами. Содержание оливкового масла в маслинах в зависимости от сорта колеблется от 44,8 до 72,4 %

3.14.1. Распространение

Хурма культивируется во многих странах. Наибольшее значение имеет в Китае, Японии и Корее, широко разводится в средиземноморских странах, Австралии и США. В Российской Федерации промышленные насаждения хурмы расположены на черноморском побережье Северного Кавказа.

В промышленном масштабе *инжир* возделывают в Турции, Алжире, Греции, Испании, Португалии, США, Грузии, Азербайджане, Украине и Молдавии. В Российской Федерации насаждения инжира сосредоточены на Северном Кавказе. Общее мировое производство инжира достигает 1,5 млн. т в сыром весе. Около 2/3 урожая идет на сушку.

В настоящее время культура *граната* распространена в тропиках и субтропиках широкой полосой от 41° ю. ш. до 4° с. ш. Гранат – растение сухих субтропиков. Он произрастает в Испании, Португалии, Египте, Турции, Греции, Италии, Индии, Китае, Южной и Северной

Америке, Австралии, Иране, Афганистане, Пакистане, Туркмении, Азербайджане, Грузии, Узбекистане, Туркмении. Одиночные или групповые посадки граната встречаются в Сочинском, адлерском и Лазаревском районах Краснодарского края Российской Федерации.

Родина *фейхоа* – Уругвай, юг Бразилии, север Аргентины и частично Парагвай. Дикорастущие формы фейхоа распространены в Южной Америке – Уругвае, Парагвае, Бразилии, Аргентине. В Российской Федерации основные ее насаждения тянутся вдоль побережья Черного моря от южной части Туапсинского района до Абхазии.

Мандарин один из наиболее распространенных видов цитрусовых культур. Его на значительных площадях возделывают в Японии, Китае, Абхазии, Турции, Индии. В Российской Федерации на небольших площадях встречаются на Черноморском побережье Северного Кавказа.

Крупнейшими производителями цитрусовых (*апельсин, лимон, грейпфрут*) являются США, Италия, Испания, Португалия, Марокко, Алжир, Египет, Югославия, Греция, Куба, Мексика, Бразилия. В Российской Федерации маслины и цитрусовые плантации на небольших площадях встречаются лишь в Краснодарском крае.

3.14.2. Требования к почве и особенности минерального питания растений

Цитрусовые культуры (*апельсин, мандарин, лимон, грейпфрут*) по требованию к почвенным условиям очень близки между собой. Их родная стихия – Средиземноморье с коричневыми почвами.

Деревья цитрусовых очень пластичны в отношении почвенно-экологических условий. Хорошо растут на карбонатных почвах с содержанием извести до 5–6% и с рН до 8,5 (коричневые и серо-коричневые карбонатные почвы, лугово-аллювиальные карбонатные, сероземы). Они успешно плодоносят и на кислых почвах с рН от 5,5 до 6,5 (красноземы, желтоземы, желто-бурые лесные почвы, а также оподзоленные и лессивированные их варианты). Цитрусовые осваивают, показывая высокую продуктивность, различные подтипы мелиорированных болотных почв (Колхидская низменность), произрастают на рендзинах и красно-цветных известковых почвах субтропиков. Не требовательны цитрусовые и к гранулометрическому составу, встречаются и на супесчаных, и на глинистых почвах, однако на крайних значениях гранулометрического состава качество плодов снижается. Грунтовые засоленные воды не должны быть ближе 2,0 м, а пресные – 1,0–1,5 м. Не пригодны для цитрусовых засоленные и солонцеватые почвы, сильно скелетные разновидности, сильно оглеенные роды, латеритные рудяковые псевдоподзолы, слитоземы, болотные почвы, временно избыточно переувлажняемые без естественного или искусственного водорегулирования (Вальков В.Ф. и др., 2010).

Из почв лучшими для *мандарина* являются красноземы, перегнойно-карбонатные и их слабоподзоленные разновидности. После мелиорации и окультуривания можно использовать аллювиальные почвы

при уровне грунтовых вод ниже 75 см и орштейновом горизонте не ближе 50 см от поверхности.

Апельсин лучше развивается и плодоносит на богатых гумусом, рыхлых, водо- и воздухопроницаемых почвах. После коренной мелиорации и окультуривания можно использовать выщелоченные подзолы, щебенчатые и известково-мергелистые почвы (Микеладзе А.Д., 1988).

Из всех цитрусовых культур *лимон* наиболее влаголюбив; оптимальная влажность почвы в период вегетации должна быть около 60 % полной влагоемкости. Растения лимона привитые на трифолиате, не выносят щелочных почв с $pH > 8$, хорошо растут на рыхлых, богатых гумусом, водо- и воздухопроницаемых почвах. непригодны для них сильноосмытые, тяжелые, избыточно влажные, сильноскелетные, засоленные и сильнощелочные почвы.

Инжир к почвам нетребователен, хорошо растет и плодоносит как на богатых известью почвах, так и на кислых желтоземах и красноземах. Растения инжира можно встретить на каменистых осыпях, трещинах скал, когда ветром заносит небольшое количество почвы с семенами инжира. Он произрастает на типичных сероземных, богатых известью почвах полупустынь, на кислых красноземах влажных субтропиков, на аллювиальных и тяжелых глинистых и слабозасоленных почвах. Однако на тяжелых по гранулометрическому составу почвах с застоем поверхностных вод инжир заметно снижает урожай и плоды у него мельчают. Мало пригодны – песчаные, засоленные и заболоченные почвы. Лучшими для этой культуры являются суглинистые почвы, с глубоким стоянием грунтовых вод (Сапиев А.М., Воронцов В.В., Кобляков В.В., 1997).

К почвам *фейхоа* малотребовательна, но не выносит избытка воды и извести. На переувлажненных почвах угнетается, грунтовые воды должны быть не ближе 60–70 см. Лучше растет и развивается на аллювиальных, суглинистых и супесчаных почвах.

Маслина малотребовательна к почвам. Она произрастает на любых почвенных разностях при отсутствии застоя грунтовых вод. Особенно хорошо маслина отзывается на легкие водо- и воздухопроницаемых почвы, обогащенные известью.

Растение *граната* к почве нетребовательно. Хорошо растет как на кислых разновидностях, так и на карбонатных, как на глинистых, так и на песчаных, хотя на последних урожайность несколько ниже. Хорошо переносит сухие почвы и совершенно плохо растет на почвах избыточно увлажненных с близким уровнем грунтовых вод (не ближе 70–100 см). Гранат более склонен к сухим почвам.

Лучшие почвы для *хурмы* тяжелосуглинистые, хорошо она удаётся на глинистых и среднесуглинистых почвах с $pH 5,5-7,5$. Плохо растет на песчаных разновидностях. Не переносит избытка влаги и уровня грунтовых вод ближе 70 см. Лучшие для хурмы почвы лесного типа (Вальков В.Ф. и др., 2010).

3.14.3. Удобрение

Мандарин. Внесение органических и минеральных удобрений важное агротехническое мероприятие на плантациях мандарина. В качестве органических удобрений применяют навоз, сидераты, тофонавозно-минеральные и торфоминерально-аммиачные удобрения (ТМАУ). Торфоминерально-аммиачные удобрения вносят под молодые насаждения мандарина 1–5 лет по 10–15 кг, 5–10 лет – по 15–25 кг, а старше 10 лет – по 40 кг/растение. В качестве осенне-зимних сидератов на почвах с кислой реакцией высевают люпин с 25 августа по 15 сентября на аллювиальных и карбонатных почвах – чину танжерскую, горох и виновсяную смесь с 1 сентября по 15 октября. В междурядьях молодых садов (до 5–6 лет) высевают сидераты (лядвенец рогатый, леспедеза) с 1 по 15 сентября или однолетние весенние сидераты (соя, горох) с 15 апреля до 15 мая. Зеленую массу многолетних сидератов заделывают при первой весенней (не позднее конца марта) обработке почвы.

Минеральные удобрения вносят ежегодно с учетом возраста деревьев по нормам, установленным агрохимическими картограммами. Сульфат аммония вносят в один прием – ранней весной, аммонийную селитру – в два приема: 60 % до фазы цветения и 40 % после цветения. Нормы удобрений зависят от возраста плантации и агрохимических характеристик почвы (табл. 202; Воронцов В.В., Штейман У.Г., 1982).

Таблица 202 – Примерные нормы удобрений под карликовые мандарины в субтропических районах Краснодарского края, г д. в. на одно растение

Вид удобрения	При посадке	Возраст					
		до 5 лет		6–10 лет		старше 10 лет	
		весной	в июне	весной	в июне	весной	в июне
Азотные	–	50	30	70	50	96	64
Фосфорные	40	120	–	160	–	200	–
Калийные	–	50	–	60	–	60	–
Навоз или компост	12	10	–	16	–	20	–
Куриный помет	2	2	–	4	–	6	–

В первые годы после посадки удобрения вносят в приствольные круги, а с 4-х летнего возраста – полос не ближе 12–15 см от ствола. В более старшем возрасте деревьев удобрения разбрасывают по всей ширине междурядий.

Апельсин. Для апельсина в субтропических районах принята следующая система удобрения в летний период почву междурядий содержат под черным паром, осенью (начало сентября) в междурядьях высевают бобовые сидераты. В зависимости от агрохимических свойств почвы возраста плантации под плодоносящие деревья удобрения вносят из расчета 60–120 г калия, 120–350 г фосфора и 150–300 г азота. Азотные удобрения

вносят в три срока: 50 % до фазы цветения, 25 % после цветения и 25 % в начале второго периода роста (июнь–июль). Фосфорные и калийные удобрения вносят за один прием под основную обработку почвы. Формы фосфорных удобрений зависят от реакции почвенного раствора: на кислых почвах предпочтение имеет томасшлак на щелочных – суперфосфат.

Лимон. Высокая урожайность лимона может быть получена только при систематическом внесении органических и минеральных удобрений. На следующий год после посадки под весеннюю перекопку под каждое растение лимона вносят по 8–10 кг навоза, равномерно распределяя его по дну траншеи. Количество минеральных удобрений зависит от возраста растений. При посадке дают 100 г фосфора, 50 г калия и 40 г азота. Затем под растение в возрасте от 1 года до 5 лет вносят 120 г фосфора и 50 г калия, с 6 лет и старше – соответственно 250 г (раз в 4 года) и 120 г (раз в 2 года). Дозы азота под 1–3 летние растения составляет 40 г, 4–5 летние – 80, 6–8 – летние – 150, 9–летние и старше – 250 г на растения. Калийные и фосфорные удобрения вносят вместе с навозом при весенней обработке почвы на глубину 12–15 см. Азотные удобрения дают в два приема: 50 % нормы перед цветением, в период бутонизации и 50 % после цветения, но не позднее первой половины июля. Указанные дозы удобрений могут изменяться в зависимости от общего состояния растений, агрохимических свойств почвы, складывающегося в период вегетации водного режима.

Гранат. В качестве основного удобрения под вспашку вносят 30–40 т/га навоза и фосфорные удобрения из расчета P_{120} . В последующие годы рекомендуется раз в два вносить под вспашку навоз в норме 30–40 т/га и ежегодно минеральные удобрения из расчета $N_{120}P_{90}K_{60}$. С увеличением возраста плантации норму удобрений под эту культуру увеличивают на 30–40 %.

Инжир. В междурядьях молодых плантаций инжира ранней осенью после окончания роста побегов высевают сидеральные культуры: во влажных субтропиках – вику с овсом, люпин, сою, клевер, в сухих – вику, горох, чечевицу, чину, маш, сераделлу, клевер. Запахивают их во влажных субтропиках весной, в сухих – осенью. На молодых плантациях инжира (2–3–летних) плантациях при слабом развитии растений вносят 50–70 г азота, 80–100 г фосфора и 40–60 г калия на дерево, на плодоносящих – 200–250 г азота (60 % весной и 40 % летом), 300–350 г фосфора, 150–160 г калия и 25–30 кг навоза на дерево.

Хурма. Для обогащения почвы питательными веществами и улучшения ее структуры высевают сидераты: в молодых плантациях хурмы весной или летом, в плодоносящих – осенью. Минеральные удобрения под молодые насаждения (до 8–10 лет) вносят из расчета $N_{90-100}P_{60-90}K_{30-40}$. При удобрении взрослых деревьев нормы удобрений увеличивают на 30–40 %. Азотные удобрения дают в два приема: под весеннюю перепахку и в июле.

Фейхоа. За месяц до посадки подготавливают ямы глубиной 40 см и шириной 1 м. За две недели до посадки в них вносят 15–20 кг навоза и по 90–120 кг/га фосфорной муки. В молодых плантациях (до 5 лет) ежегодно вносят 10–15 кг навоза на растение, в плодоносящих – 20–30 кг. Минеральные удобрения вносят следующие количества (г/куст): в насаждениях до 5 лет фосфора 120–150, калия 50–100, азота 100–120; в плодоносящих фосфора, 350–450 калия 120–150, азота 250–300. Фосфорные и калийные удобрения дают совместно с навозом во время обработки почвы осенью или весной а азотные – в два срока: 60 % за месяц до начала цветения (конец апреля), 40 % после завязывания плодов – в конце июля.

Маслина. Под плантажную вспашку вносят 30–40 т/га навоза и $P_{250}K_{100}$. Перед посадкой готовят ямы размером 60×50, 60×70 см куда вносят 12–15 кг навоза по 100–150 г азота и фосфора 50–100 г калия. Удобрения на плантациях маслины вносят поздней осенью или зимой перед вспашкой. На молодых насаждениях дают $N_{120-160}P_{180-200}K_{80-100}$. В период вегетации проводят две подкормки первую азотно–фосфорную, для стимулирования роста – в мае, вторую, фосфорно–калийную, для лучшего вызревания древесины в июле – начало августа. Дозы удобрений при подкормке: $N_{160-200}P_{250}K_{100}$. Глубина внесения удобрений 25–30 см, так как именно в этой зоне находятся активные корни. На полностью возрастных плантациях дозы удобрений увеличивают: 25–30 т/га навоза (1 раз в 2 года) $N_{200-250}P_{200-250}K_{80-100}$. Подкормки плодоносящих деревьев весной – перед цветением через две недели после цветения и в конце лета – в период активного роста плодов (Микеладзе А.Д., 1988).

4. ПИТАНИЕ И УДОБРЕНИЕ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Цветоводство – одна из наиболее интенсивных отраслей растениеводства, требующих большого количества кропотливого труда. Это и понятно, так как цветоводство формирует эстетические вкусы человека, т. е. удовлетворяет самые изысканные потребности в дизайне интерьера. Цветочные растения служат украшением как жилья, так и офисов. Растения в помещениях играют не только эстетическую, но и гигиеническую роль. Они улучшают микроклимат, успокаивающе действуют на нервную систему, улучшают настроение и повышают работоспособность людей. Поэтому потребность в цветах, в прекрасном у человека так же естественна, как и в хлебе насущном. Общение с природой, выращивание цветочных растений доставляет человеку немалую радость и удовольствие.

Для роста и развития цветочных растений необходимо сочетание факторов среды, характерных для того экологического района или зоны, откуда они произошли. Основными из них являются: тепло, свет, влага, воздух и почва, обеспечивающая растения элементами минерального питания и являющаяся механической опорой. Недостаток в почве питательных веществ ухудшает рост и развитие цветочных растений, и их внешний вид. Поэтому искусство их выращивания в значительной степени зависит от правильного использования удобрений, умения выбрать почву и составить необходимую земляную смесь. Почвы, бедные органическим веществом, даже при больших запасах питательных веществ, обладают плохой структурой, низкой влагоемкостью и микробиологической активностью. Внесение органических удобрений на таких почвах является основным приемом создания благоприятных условий для жизнедеятельности цветочных растений.

4.1. Подготовка почвы для посадки цветочных культур

Почвенные грунты, используемые для посадки цветочных растений, не имеют аналогов в природе, так как они состоят искусственно. Свойства их в значительной степени унаследованы от естественных почв данного района. В центральных и северных районах это подзолистые слабокислые почвы или торф; на юге – различные типы черноземов и каштановые почвы с присущей им нейтральной или слабощелочной реакцией; в засушливой зоне сероземов – слабогумусированные карбонатные почвы.

При составлении земляных смесей учитывают, что они должны обладать высоким плодородием, благоприятными физическими и химическими свойствами – влаго- и воздухоемкостью. Недостаток кислорода в тяжелосуглинистой почве замедляет рост растений, создает дефицит питательных веществ. На рыхлой структурной почве растения меньше страдают как от недостатка, так и от избытка солей. Почвенные грунты должны иметь высокую емкость поглощения и буферность для того, чтобы удерживать большое количество минеральных солей и постепенно отдавать их растениям. При этом очень важно перечисленные свойства со-

хранить длительное время, так как большое число цветочных культур – многолетники, и длительное время растут на этой почве без замены.

По содержанию органического вещества почвенные грунты классифицируют: до 10 % – низкое, до 30 – пониженное, 30–60 – среднее, свыше 60 % – высокое; по величине плотности их разделяют на рыхлые – 0,1–0,4 г/см³, средние – 0,5–0,7, уплотненные – 0,8–1,0 и плотные – свыше 1 г/см³. Для нормального развития растений количество воздуха в почве должно составлять не менее 15–20 %, а общая скважность – 50–60 %.

В соответствии с биологическими особенностями отдельных культур, для повышения питательной ценности и улучшения структуры составляют субстраты из четырех видов земли: дерновой, перегнойной, листовой и торфяной. Имея эти виды земли и песок, можно выращивать любые цветочные растения.

Дерновая земля должна обладать мелкокомковатой структурой, быть хорошо проницаема для воды и воздуха, содержать значительный запас питательных веществ. Ее заготавливают на участках с хорошим злаково-клеверным травостоем, глинистой и суглинистой почвой. Дерновую землю нельзя брать на заболоченных участках и кислых подзолах. Развитие осоки, хвощей и щавеля свидетельствует о кислой реакции почвы. Если дерновая земля содержит мало глины и много песка, полезно добавить в нее немного рыхлой замороженной или прокаленной глины. И наоборот, слишком глинистая земля улучшается песком.

Дерн нарезают в конце лета или начале осени плугом или лопатой пластами 30×30 см и толщиной 10 см. Некоторые растения требуют более легкую почву с небольшим количеством глины, но содержащую много перегноя и корней. Дерновый слой в этом случае должен быть от 6 до 8 см. Для глинисто-дерновой земли дернину режут с глинистой подпочвой до 15–20 см, но не глубже. Срезанный дерн складывают в штабеля послойно «травка к траве». Длина штабеля произвольная, ширина до 150 см, высота 100–150 см. Между дерниной кладут навоз и известь, это ускоряет разложение и обогащает землю азотом. Наверху штабеля делают желобок для отвода влаги. За лето штабеля не менее двух раз перемешивают бульдозерами и поливают водой, чтобы ускорить разложение дернины. На второй год перемешивание продолжают, и к осени второго года земля бывает готова. Осенью дерновую землю убирают в землехранилища: оставлять ее второй год под открытым небом нельзя, поскольку корни гнивают, земля теряет пористость и становится бесструктурной. Перед употреблением дерновую землю просеивают через грохот с диаметром отверстий 3–4 см, чтобы оставались комочки с горошину, но не крупнее лесного ореха. При пересадке кадочных растений комочки могут быть больше.

Дерновая земля тяжелая: плотность ее колеблется от 1,2 до 1,5 т/м³. Использовать ее можно два–три года, затем она становится непригодной для посадок. Дерновую землю как основу смесей используют для горшечной культуры летников – гвоздики, левкоя, пеларгонии и укоренения черенков, загнивающих в перегнойной земле, а также для цитрусовых и пальм.

Перегноиную землю получают из перепревшего парникового навоза, который осенью складывают в штабеля, как и дернину, и в течение летнего сезона несколько раз перемешивают. После окончательного разложения перегноиную землю применяют при составлении земляных смесей. Навозный перегноин рыхлый, легкий, богат питательными веществами, что и способствует хорошему росту цветочных культур. В зависимости от вида навоза перегноинная земля может быть тяжелой или легкой (конский навоз). Плотность ее колеблется от 0,5 до 0,8 т/м³. В чистом виде перегноинную землю не применяют.

Торфяная земля состоит из слаборазложившихся растительных остатков. Заготавливают ее из торфа верховых и низинных болот, торфяной крошки. Торф складывают в штабеля высотой 40–60 см в смеси с навозом и известью, готовят в течение двух лет, периодически перелопачивая и поливая навозной жижей. Навоз и известь повышают питательность торфяной земли, в процессе подготовки кислотность торфа уменьшается. Эта земля имеет небольшую плотность – 0,4–0,6 т/м³.

Торфяная земля способна поглощать большое количество влаги, поэтому улучшает водно-воздушные свойства почвы с тяжелым гранулометрическим составом; употребляется в смеси с песком для посадки черенков; нужна при культуре азалий, камелий, гортензий, хороша для посева мелких семян; добавляется к дерновой земле с целью обогащения органическими веществами. Торфянистую землю не следует пересушивать, т. к. она медленно пропитывается водой. Во время хранения торфяная земля постоянно должна быть влажной.

Листовую землю получают из опавших листьев липы, орешника, клена, вяза, тополя, яблонь, груш. В листьях дуба и ивы содержатся дубильные вещества, поэтому они непригодны для получения листовой земли. Это легкая земля плотностью 0,4–0,6 т/м³. Листья сгребают осенью или весной в кучи, затем по мере разложения и уплотнения складывают в штабеля, где они минерализуются в течение двух лет. Пока листья лежат рыхло, их уплотняют и поливают, чтобы микробиологические процессы шли быстрее. На второй год их два-три раза перелопачивают, поливают навозной жижей, с которой вносят бактерии, ускоряющие гниение листьев. При разложении листьев в земле накапливаются кислоты, тормозящие дальнейший распад массы. Вредное влияние кислотности устраняют внесением в штабель во время перелопачивания гашеной извести из расчета 0,5 кг на 1 м³ неперепревших листьев.

Листовую землю используют для посева семян в ящиках; в смеси с торфом и песком (2:3:1 или 2:4:1) – как основу смесей для примулы, цикламена, антуриума, бегонии, цинерарии. Все виды готовой садовой земли хранят в специальных землехранилищах. Из них по мере необходимости готовят нужную смесь, которая в зависимости от соотношения компонентов может быть тяжелой, средней или легкой. В тяжелой почвенной смеси содержится по объему три части дерновой, одна – перегноинной или листовой и одна часть песка, в средней – по две части дерновой и перегноинной (листовой) земли и одна – песка, в легкой – одна часть дерновой, три – перегноинной (листовой) земли и одна часть песка.

Большое значение для роста и развития цветочных культур имеет и реакция почвы, от которой зависят доступность для растений элементов минерального питания и степень их поглощения. Оптимальные значения показателя рН для цветочных растений приведены в таблице 203 (Шеуджен А.Х., Котляров Н.С., Куркаев В.Т. и др., 2004).

Таблица 203 – Оптимальное значение реакции почвенной среды для цветочных растений

Растение	Оптимум рН	Растение	Оптимум рН
Клематис	5,5–6,5	Тюльпан	6,5–7,5
Роза	6,0–6,5	Пион	6,8–7,0
Гладиолус	6,0–7,0	Ирис	5,0–7,0
Лилия	6,0–7,0	Георгин	6,0–7,0
Нарцисс	6,6–7,2	Гортензия	4,0–6,5
Цикламен	5,5–6,5	Флокс	6,5–7,0
Гвоздика	6,0–6,8	Хризантема	5,5–7,5
Сирень	6,0–7,0	Астра	6,4–7,4
Актиния	5,5–6,5	Жимолость	6,0–7,0
Пуансеттия	6,0–6,5	Вистерия	6,5–7,0
Нерина	6,7–7,0	Калла	5,5–6,5
Альстремерия	5,5–6,0	Кальцеолярия	7,0–7,5
Гиппеаструм	6,3–6,8	Гербера	6,5–7,5
Пеларгония	5,6–6,5	Анемона	6,0–6,5
Глоксиния	5,5–6,0	Примула	6,0–6,2
Азалия	4,5–5,5	Фрезия	6,0–7,0

Кислотность субстрата определяется содержанием свободных или обменных ионов водорода. В известкованных нейтральных субстратах, насыщенных кальцием, подвижный водород почти отсутствует и больших различий в результатах анализа между водной и солевой вытяжками не бывает. Поэтому в нейтрализованных субстратах кислотность можно определять как в солевой, так и в водной вытяжке, а в исходных материалах для составления почвенных смесей кислотность (рН) определяют в 1 н растворе KCl, при этом учитывают и количество обменных ионов водорода. При определении кислотности в водной вытяжке принимают во внимание только содержание свободных ионов водорода. Поэтому кислотность по солевой всегда выше кислотности по водной вытяжке. На кислотность субстрата влияют жесткость воды и подкисляющее действие удобрений. В зависимости от величины рН_{KCl} тепличный субстрат может быть: кислый, нейтральный или щелочной; при рН 2,5–3,5 – сильнокислый (такая кислотность бывает только у верхового торфа), рН 4–5,4 – кислый, рН 5,5–6,4 – слабокислый, рН 6,5–7,5 – нейтральный, рН выше 7,5 – щелочной.

Для снижения кислотности почвы проводят известкование почвы и используют физиологически щелочные удобрения. При необходимости подкисления субстрата добавляют кислый верховой торф, применяют физиологически кислые минеральные удобрения, либо в поливную воду добавляют кислоты. Повторно почвы известкуют через 8–10 лет при новом повышении кислотности.

4.2. Удобрение цветочных культур

Рациональная система удобрения цветочных культур на земельных смесях возможна только на основании данных химического анализа почвы. В связи с тем, что тепличные субстраты представляют собой искусственные смеси различных органических и минеральных компонентов, они существенно отличаются агрохимическими характеристиками от естественных почв. В силу различной плотности субстратов обеспеченность почв питательными элементами определяют в миллиграммах на 1 л субстрата, а не в миллиграммах на 1 кг воздушно-сухой массы почвы, как это принято обычно в агрохимии.

Для агрохимической оценки тепличных почв применяют различные методы, которые отличаются химическими соединениями для извлечения условно доступных растениям питательных веществ. В зоне подзолистых почв содержание фосфора и калия определяют по методу Кирсанова (0,2 н солянокислая вытяжка), в зоне некарбонатных черноземов – методом Чирикова (0,5 н уксусная кислота), в зоне карбонатных черноземов, каштановых, бурых почв и сероземов – методом Мачигина (1 % карбонат аммония). Нитратный азот, кальций и магний во всех почвах определяют в водной вытяжке, аммонийный азот – после определения pH (в 1 н KCl).

Вследствие использования различных способов извлечения из почвы подвижных питательных веществ абсолютные их количества, полученные тем или иным способом и рассчитанные на 1 л субстрата, неодинаковы.

В цветоводстве широко пользуются методом определения содержания легкодоступных для растений питательных элементов в водной вытяжке, т. е. так называемым голландским методом. На основе этого метода в нашей стране разработан метод определения при соотношении субстрата и воды по объему 1 : 2. В этом случае для средне- и солеустойчивых культур оптимальными считают содержание азота (N) – 80–150 мг/л; фосфора (P_2O_5) – 30–40; калия (K_2O) – 150–200 и магния (Mg) – 50–80 мг/л. Такое содержание питательных элементов можно получить от внесения разного количества удобрений, поскольку содержание действующих веществ в разных видах удобрений неодинаково. В силу этого общая концентрация солей при оптимальном содержании азота, фосфора и калия может быть различной.

Свойство аниона фосфорной кислоты хорошо удерживаться почвой позволяет вносить всю годовую норму фосфорных удобрений за один прием перед посадкой растений. В то же время чрезмерное содержание фосфора нарушает поглощение железа, марганца и нитратного азота, в форме которого представлен почти весь доступный азот в тепличных субстратах, за исключением периодов, когда субстрат охлажден и возможно накопление аммонийного азота.

Азотные и калийные удобрения могут сильно повышать концентрацию солей в субстрате, однако при обильном поливе и хорошем дренаже они быстро вымываются, поэтому некоторое их количество вносят как основное удобрение перед посадкой растений, а затем добавляют в подкормки.

Общая допустимая концентрация водорастворимых солей в субстрате зависит от его состава и находится в прямой зависимости от содержания гумуса. Чем выше его содержание, тем выше допустимый предел концентрации водорастворимых солей. В цветоводстве широко используют субстраты с высоким содержанием пассивного органического вещества (древесные опилки, кора, солома), не обладающие большой емкостью поглощения катионов и буферностью, что не позволяет увеличивать концентрацию солей так высоко, как это допустимо при использовании перегноя или торфа. Ориентировочно считают, что для среднесолевыносливых культур на среднеплотных субстратах с пониженным содержанием органического вещества (плотность 0,8 г/см³) верхний предел содержания водорастворимых солей равен 5,5 г/л, а на верховом торфе – 7 г/л, для солевыносливых культур соответственно 6 и 8 г/л.

Из-за большого разнообразия грунтов в разных зонах и хозяйствах трудно установить точные дозы удобрений, вносимых перед посадкой растений. Однако известны оптимальные уровни содержания питательных элементов в субстратах для разных культур, на которые и ориентируются специалисты (табл. 204-205; Висящева Л.В., Соколова Т.А., 1991).

Таблица 204 – Оптимальное содержание питательных веществ в почве при возделывании гвоздики, хризантемы и розы, мг/л

Почва	Метод определения фосфора и калия	Гвоздика, хризантема			Роза		
		N _{мин.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{мин.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Подзолистые почвы, торф	Кирсанова	150–250	600–800	400–600	100–200	500–800	400–600
Некарбонатные черноземы	Чирикова	100–150	250–400	350–500	80–150	250–400	300–450
Карбонатные черноземы, сероземы, каштановые почвы	Мачигина	100–150	100–200	500–800	60–150	80–150	500–700

Нижнюю границу оптимального содержания питательных элементов поддерживают на уплотненных почвах, на участках с вновь посаженными растениями, а также в начале и конце вегетационного сезона у многолетних культур; верхнюю – на почвах рыхлых, обогащенных органическим веществом в период интенсивного роста.

Содержание кальция и магния, как правило, во всех почвах определяют в водной вытяжке. При этом для некарбонатных почв оптимальным является содержание 60–120 Mg и 350–500 мг/л Ca. В зоне карбонатных почв содержание этих элементов, и в первую очередь кальция, выше.

Дозы внесения удобрений определяют по результатам анализов субстратов и содержанию питательных элементов в растениях с учетом степени их развития. На основании этого корректируют и рассчитывают дозы удобрений для подкормок.

Таблица 205 – Оптимальное содержание питательных элементов (мл/г),
общая концентрация солей в подстилочном торфе (%) и его
кислотность (рН)

Элемент, рН, об- щая кон- центра- ция со- лей	Гвоздика	Роза	Гербера	Фрезия	Хризан- тема	Цикламен	Азалия
N	150–250	150–250	150–250	150–250	150–300	150–300	80–120
P	120–200	250–400	120–200	120–200	150–200	150–200	50–100
K	300–450	350–500	300–450	350–500	400–600	350–500	80–160
Ca	2500– 4500	4500– 6000	3500– 4500	2300– 4200	2800– 4200	2600– 3800	500–1000
Mg	550–700	700–900	550–760	400–700	500–800	400–600	100–150
Fe	150–250	800–1600	150–250	150–250	150–400	150–200	120–200
Cu	8–16	8–15	12–16	10–15	10–15	10–20	10–15
Zn	8–16	30–60	8–16	8–16	8–16	6–10	4–8
Mn	12–16	80–150	8–16	8–16	6–10	6–10	4–8
Mo	0,1–0,25	0,08–0,2	0,04–0,1	0,08–0,2	0,08–0,2	0,08–0,2	0,08–0,2
B	1,5–2,5	1–2	1,5–2,5	1–2	1,5–2,5	1,5–2,5	1–2
Cl	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100
рН	6–6,8	5,8–6,5	4,5–5	5,5–6,5	5,5–6	5,2–6	4–4,5
Общая концен- трация солей	2,5–3,5	2,5–3	1,5–2,5	1,5–3	2,5–4,5	1,5–3,5	0,5–1

Примечания: 1. Анализы ведут в вытяжке 1 н. HCl. 2. Оптимальный состав субстрата для герберы приведен по Л. Гутмане, для остальных культур – по В. Ноллендорфу. 3. Для перевода содержания P в P₂O₅ следует использовать коэффициент 2,29, а K в K₂O – 1,2.

Содержание питательных элементов в растениях оценивают мето-
дом листовой диагностики (табл. 206; Висящева Л.В., Соколова Т.А., 1991).

Таблица 206 – Содержание питательных элементов в листьях
(макроэлементы – в %, микроэлементы – в мг/л)

Эле- мент	Гвозди- ка	Роза	Гербера	Хризан- тема	Цанте- дешия	Паун сет- тия	Фре- зия*	Цик- ла- мен	Азалия
N	3–4,5	3–4,5	2,5–3,5	3–4,5	4–5,5	3,5	3,3	2,5	2
P	0,25–0,5	0,25–0,5	0,3–1	0,25–0,5	0,3–0,6	0,6	1,2	0,3	≥ 0,3
K	2,5–5	1,8–2,6	2,2–4,3	2,5–5	3,5–5,5	2,4	3,2	2,5	0,8
Ca	1–2	0,8–2	1,6–2,2	1,2	0,5–1	1,1	0,7**	1	0,22–2,6
Mg	0,25–0,2	0,25–0,5	0,8–1,2	0,25–0,5	0,5–0,8	0,6	0,3	0,4	0,17
Fe	120–300	120–300	120–250	120–30	120–300	161	183	150	100–400
Cu	10–20	8–16	6–30	10–20	10–20	7	14	12	8–20
Zn	30–80	20–50	100–150	30–80	40–100	33	63	40	30–80
Mn	50–150	50–100	150–250	50–150	50–150	61	109	60	≥ 100
Mo	1–5	1–5	1–5	1–5	1–5	3	2,4	3	1–20
B	30–60	30–60	30–60	30–60	30–60	31	51	60	30–80

*Культуры, не имеющие научно разработанных «оптимумов» содержания питательных эле-
ментов в листьях. Приведены средние данные анализов лучших по развитию растений.

**При таком уровне кальция на листьях частично проявляются признаки его дефицита.

Для листовой диагностики отбирают молодые листья, которые только что закончили рост и достигли нормальных размеров. У гвоздики для анализа берут пятую, считая от верхушки побега, пару листьев в конце стадии бутонизации, когда можно определить окраску бутона. В такой же фазе отбирают на анализ листья розы – верхние трехлистные и первый пятилистник.

Удобрения вносят весной или осенью при обработке почвы и заделывая на глубину корнеобитаемого слоя, а также непосредственно в посадочные лунки или бороздки. В период вегетации цветочных растений проводят корневые и некорневые подкормки.

Эффективность минеральных удобрений зависит от норм, сроков и способов их внесения (табл. 207; Висящева Л.В., Соколова Т.А., 1991). Большое значение имеют также влажность, кислотность, гранулометрический состав почв.

Таблица 207 – Примерные нормы внесения минеральных удобрений под цветочные культуры, г/м³

Удобрение	Норма внесения	Удобрение	Норма внесения
Аммонийная селитра	15–25	Хлористый калий	9–11
Мочевина	10–15	Нитроаммофос	40–50
Суперфосфат простой	25–33	Аммофос	40–50
Сульфат калия	10–15	Нитрофоска	40–60

Удобрения в подкормки лучше всего вносить в растворенном виде. Наиболее благоприятные условия создаются при использовании водных растворов с осмотическим давлением 100 кПа. В зависимости от вида удобрений такой раствор образуется при разной концентрации солей. Для получения раствора с осмотическим давлением 100 кПа в 1 м³ воды надо растворить одно из следующих удобрений, кг: аммонийной селитры – 1,8; сульфата аммония – 2,0; кальциевой селитры – 2,7; калийной селитры – 2,3; сульфата калия – 2,6; сульфата магния – 5,4; мочевины – 2,6; натриевой селитры – 1,9; карбоната калия (поташ) – 2. Для взрослых растений в период интенсивного роста осмотическое давление можно увеличивать до 130–150 кПа, для молодых – уменьшать до 50 кПа.

Наряду с макроэлементами тепличные грунты и растения должны быть обеспечены микроэлементами, дефицит которых проявляется как при их недостатке, так и при несбалансированном содержании других элементов. Например, недостаток железа, марганца и цинка часто является следствием избыточного содержания кальция и фосфора. На кислых почвах марганец подвижен и может вызвать токсикоз у растений. Медь и цинк вступают в соединения с гуминовыми веществами почвы, образуя малодоступные для растений органические комплексы. Поэтому на перегнойных почвах и торфе нужно обязательно вносить медные и цинковые удобрения или делать подкормки. Молибден плохо доступен в кислой среде, он может связываться с органической частью почвы, что и приводит к необходимости вносить его в тепличные грунты.

Почвы, обогащенные навозом и перегноем, обычно хорошо обеспечены микроэлементами. Стабильность состава, присущая верховому торфу, позволяет конкретизировать дозы микроудобрений для этого субстрата.

Для подкормок, которые проводят от 1 до 3 раз за сезон, используют следующее количество удобрений (г/м³ воды): борная кислота – 5–15; сернокислые соли железа – 40–80; медь – 2–5; марганец – 6–8; цинк – 2–3; молибденово-кислый аммоний – 0,3–0,5.

В периоды, когда поглощение питательных элементов корнями растений затруднено, что может иметь место при охлаждении субстрата или при недостаточном освещении, наиболее эффективны некорневые подкормки. Для них используют на 1 м³ воды 1–1,2 кг суперфосфата; 0,8–1 – аммонийной селитры; 0,7–1 – сульфата калия; до 2 – мочевины и 1,5–2 кг сульфата магния, а также 0,1–0,5 % сульфата железа; 0,1–0,2 – борной кислоты; 0,02–0,05 – сульфата меди; 0,05–0,15 – сульфата цинка; 0,05–0,1 – сульфата марганца и 0,01–0,02 % молибдата аммония.

Требования цветочных растений к удобрениям очень индивидуальны, но для большинства культур положительные результаты дает регулярная подкормка полным минеральным удобрением, т. е. азотом, фосфором и калием. При удобрении растений необходимо учитывать их биологические особенности и фазу вегетации. Нельзя удобрять только что пересаженные и не успевшие укорениться растения, а также больные или находящиеся в периоде покоя. Подкормку начинают не раньше чем через две недели после пересадки, когда растение успеет хорошо укорениться. При удобрении сначала следует вносить азот, в период бутонизации – фосфор; при образовании плодов, клубней, луковиц – калий. Медленно развивающиеся растения удобряют один раз в декаду, быстроразвивающиеся и крупные – два раза. Цветущие растения начинают подкармливать после появления бутонов и продолжают подкармливать до конца фазы цветения. Подкормки следует проводить перед заходом солнца, после вечерней поливки. В холодную дождливую погоду растения не подкармливают из-за низкой эффективности таких подкормок. Подкормки оказывают положительное действие лишь в том случае, когда все прочие условия благоприятны и не было допущено никаких нарушений в агротехнике возделывания растений.

При внесении удобрений необходимо учесть, что для растений вреден как недостаток, так и избыток элементов минерального питания (табл. 208; Шеуджен А.Х., Котляров Н.С., Куркаев В.Т. и др., 2004).

При использовании гидропонного метода выращивания цветочных растений в субстраты подают питательные растворы, которые готовят один раз в два–три месяца и каждые 7–15 дней корректируют. В холодное время года раствор подогревают до 20–25 °С. Он должен иметь слабокислую реакцию (рН 5,5–6,5), так как в нейтральной и щелочной среде железо выпадает в осадок и становится недоступным для питания растений. Для устранения хлороза применяют хелаты железа (Fe-ДТПА), позволяющие иметь железо в растворе в подвижном состоянии и при рН 7. Препарат Fe-ДТПА вносят в раствор один раз в месяц в количестве 300–500 мл на 1 м³ раствора.

Таблица 208 – Реакция цветочных растений на условия произрастания

Внешний вид растения или его частей	Причина
Растения карликовые, листья развиваются плохо: желтоватый цвет листа сероватый цвет листа Высокие веретенообразные растения с листьями серо-зеленого цвета	Недостаток азота Недостаток фосфора и калия Плохое снабжение водой, избыток растворимых солей, недостаток света внизу у земли, загущенная посадка
Хлороз, или пожелтение листа: ровное пожелтение листа	Недостаток железа, избыток карбонатов магния, кальция, натрия и калия, избыток марганца Недостаток магния
пятнистость начинающаяся у средней жилки пожелтение и отмирание листьев, начинающееся по краям и идущее внутрь пожелтение и отмирание с листьев, начинающееся у краев жилки и расходящееся по всему листу	Недостаток калия Недостаток азота
Преждевременное опадание листьев Богатая зеленая листва и большие толстые стебли	Недостаток кальция, магния Обильное снабжение азотом
Темно-окрашенные листья, склонные к свертыванию Пятнистость листьев, иногда темно-зеленого, иногда серого цвета Очень хилые корни	Недостаток калия по сравнению с азотом Повышенная кислотность почвы Недостаток кальция или фосфора, воздуха, влаги, глинистая почва
Много мочковатых корневых образований	Хороший доступ воздуха, песчаная почва
Позднее созревание семян	Избыток воды, азота, недостаток фосфора
Семена не вызревают	Большой недостаток калия

Цветочные культуры в зависимости от требовательности к элементам питания можно разделить на следующие группы:

- 1) малотребовательные: азалия, кактус, орхидея;
- 2) среднетребовательные: бегония, петуния, примула, кальцеолярия;
- 3) требовательные: цикламен, фрезия, цинерария, гербера, калла, пеларгония, гортензия, гloxиния;
- 4) очень требовательные: гвоздика, хризантема.

Значительно различается и солечувствительность цветочных культур, отсюда различие в дозах основного удобрения для приготовления субстрата по группам культур.

Для рассады и малотребовательных культур микроэлементы вносят с основным удобрением, а для требовательных культур с длительным периодом выращивания их применяют в виде подкормок. Чаще всего требуется внесение железа, меди и бора.

В период вегетации цветочных культур основное внимание обращают на кислотность и концентрацию водорастворимых солей. После урегулирования этих показателей вносят недостающие растениям элементы питания в соответствии с агрохимическим анализом почв. В период вегетации для снижения избыточной кислотности субстрата вносят только мел и физиологически щелочные удобрения.

Азалия – вечнозеленый или густоветвистый полувечнозеленый прямостоячий кустарник высотой до 100–120 см. Ее размножают полуодревесневшими черенками, которые получают с апреля по сентябрь или в январе с растений возрастом до двух лет. Субстраты для укоренения черенков азалии должны быть рыхлыми и влагоемкими с pH 3,8–4,5.

В связи с узким диапазоном оптимальной кислотности субстрата исключительно важным фактором является жесткость поливной воды. Использование очень жесткой воды вызывает подщелачивание субстрата. В результате снижается доступность железа, марганца и других микроэлементов и растения сильно страдают от хлороза листьев.

Использование очень кислого торфа (pH_{KCl} ниже 3,5) и полив мягкой водой вызывают недостаток кальция, возможен также избыток марганца. Для полива растений непригодна вода с высоким содержанием растворимых солей, так как азалия – солечувствительная культура. При избытке солей растения теряют листья и быстро погибают. Иногда можно наблюдать вредное действие избытка хлора. В данном случае более старые листья приобретают сине-зеленую окраску. Позднее они становятся красно-бурыми, засыхают с конца и погибают сверху. При этом содержание хлора в воздушно-сухих листьях достигает более 1 %, а у выносливых сортов – даже 2 %.

Для полива азалий подходит вода с жесткостью 28–43 ммоль-экв./л. При использовании более мягкой воды следует в каждой третьей или четвертой подкормке применять кальциевую селитру. Очень жесткую воду подкисляют обычно серной кислотой из расчета 25–30 мл концентрированной H₂SO₄ на 1 м³ воды для снижения жесткости на 1 ммоль-экв.

При посадке азалий на 1 м² верхового торфа вносят 1–2 кг мела или известняковой муки. Дозу известкового материала выбирают с учетом исходной кислотности торфа и жесткости поливной воды. Чтобы избежать недостатка кальция в начале роста растений, следует внести известковую муку в любом случае, по 1 кг мела или известняковой муки. Азалию выращивают на субстратах, весьма разных по составу. Субстраты на основе торфа: верховой чистый торф; торф и опилки (1 : 3 – 1 : 2); торф, опилки, дерновая земля (1 : 0,5 : 1). Субстраты на основе листовой земли: листовая земля, торф (1:1); листовая земля, опилки (1 : 2). Любой субстрат должен иметь плотность порядка 0,2–0,4 г/см³, обладать невысоким плодородием и большой влагоемкостью. Содержание питательных элементов в субстратах из-за низкой солеустойчивости растений должно быть невелико и поддерживаться подкормками удобрений (табл. 209; Висящева Л.В., Соколова Т.А., 1991).

Таблица 209 – Оптимальное содержание (мг/л) питательных элементов в субстрате для азалии (в вытяжке 1 н HCl)*

Возраст растений	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Укорененные черенки	40–80	100–120	80–120	100–200	30–50
Молодые растения	80–120	130–170	120–130	100–200	30–50
Взрослые растения	100–150	180–220	180–200	100–200	30–50

* дополнен А.Х. Шеудженом

Подкормки азалии проводят 0,1–0,2 %-ыми водными растворами питательных веществ из расчета 5 л/м² с конца февраля по сентябрь, через каждые 7–10 дней. Положительно влияет на растения чередование азотных подкормок (3–4 г азота на 10 л воды) с калийными (по 2–3 г K₂O на 10 л воды). Через одну-две подкормки в субстрат вносят раствор, содержащий 0,13 мг/л бора; 0,03 – цинка; 2 – железа; 0,1 – марганца; 0,02 – молибдена; 0,06 мг/л меди.

Азалия очень чувствительна к недостатку азота, кальция, железа, меди и к избытку калия, марганца и бора.

Актинидия – древовидная лиана с вьющимся стеблем, обвивающим опоры в направлении против движения часовой стрелки. Это растение полутенистых, хорошо обеспеченных влагой мест обитания. Благоприятны для нее рыхлые суглинистые плодородные почвы с высоким содержанием гумуса и слабокислой или нейтральной реакцией почвенного раствора. Легкие песчаные почвы, не удерживающие влагу и быстро подсыхающие, как и тяжелые глинистые, на которых застаивается вода, малоблагоприятны для актинидий. Для нее важно также, чтобы верхние слои почвы имели структурное строение, а нижние были обеспечены дренажем.

Актинидии размножаются семенами и вегетативным путем. При семенном размножении, предусматривающим выращивание рассады, семена смешивают с песком и высевают в посевные ящики, размером 40×30×12 см, которые наполняют рыхлой почвой. Посадка актинидии на постоянное место проводится на 3-й год жизни сеянцев.

Перед посадкой актинидии корни смачивают глиняной болтушкой. После посадки необходимы полив из расчета 50–60 л воды на растение и мульчирование приствольных кругов. При выборе участка для возделывания актинидии необходимо учитывать ее биологические особенности – влаго- и светолюбие. В связи с этим, если местность безлесная, то насаждения актинидий можно расположить в узких долинах мелких речек и ручьев или в балках. На ровной местности насаждения следует приурочивать к рекам, озерам или другим водоемам и обязательно закрывать плантацию от ветров лесными или садовыми насаждениями.

Подкормки актинидии в период ее вегетации проводят 2–4 раза полным минеральным удобрением, отдавая предпочтение комплексным удобрениям (нитрофоска, нитроаммофоска) из расчета 10–20 г на 10 л воды на 1 м² посадочной площади.

Альстремерия – многолетнее корневищное растение; размножают делением корневищ дважды в год: в период летнего полупокоя, сразу по окончании цветения, или осенью, после второго цветения растений.

Наилучшие условия для роста и развития альстремерии создаются при содержании в субстрате элементов питания в следующих пределах: 120–150 мг/л N, 100–150 – P₂O₅, 300–350 – K₂O, 250–350 – Ca, 50–60 мг/л Mg и pH 5,5–6,0. При хорошей обеспеченности растений элементами питания в листьях альстремерии содержится 5 % азота и 3,7–4 % калия.

Во время интенсивного роста растения альстремерии один раз в 10–14 дней подкармливают 0,1 % водным раствором полного удобрения. Хорошие результаты дают также корневые подкормки органическими удобрениями.

Альстремерия использует в среднем следующее количество элементов питания из нитрофоски: 45 % азота, 27 – фосфора и 63 % калия. Максимальное поглощение питательных веществ альстремерией приходится на период кушение – цветение растений. В течение вегетации альстремерия наиболее интенсивно поглощает азот и калий; максимальное потребление калия происходит в фазу кушения, а азота – в период бутонизации. Фосфор усваивается наиболее интенсивно на ранних фазах развития растений, и его потребление лишь незначительно изменяется в течение вегетации. Кальций поглощается альстремерией в течение всего вегетационного периода, а максимальное поступление магния в растения происходит в фазу цветения.

Анемона – многолетнее клубневое растение; размножают семенами и вегетативными способами – клубеньками и делением клубней. Семена высевают в ящики (парник) с легким питательным субстратом: листовая, перегнойная, дерновая земля, песок в соотношении 1:1:2:1. Сеянцы пикируют в фазе одного–двух настоящих листьев в почвенную смесь, состоящую из листовой, перегнойной и дерновой земли в соотношении 1:1:1. Слой субстрата составляет 12–15 см, pH 6,0–6,5.

В течение вегетации проводят еженедельно подкормку 0,1 % водным раствором полного минерального удобрения в соотношении N:P:K, равном 1,5:1:1,5. В конце фазы цветения растений подкормки анемоны прекращают.

Астра. В культуре распространены многолетние и однолетние виды астр. Однолетние принадлежат к числу лучших, красиво и продолжительно цветущих растений. Цветут они в конце лета и осенью. По своей природе астра холодостойкая, светолюбивая и влаголюбивая культура, но не выносящая застоя воды на поверхности почвы. Корневая система у нее поверхностная, поэтому как пересушивание, так и затопление водой губительно для растений. Астры удаются на любых хорошо удобренных, супесчаных, легких и среднесуглинистых почвах с нейтральной и слабощелочной реакцией. Во избежание грибковых заболеваний свежий навоз непосредственно под астры не вносят. Органические удобрения вносят исключительно под зяблевую вспашку, когда есть уверенность, что они полностью минерализуются.

Астры размножаются посевом семян в грунт и рассадой. Участок для посева семян готовится заранее – сразу после уборки предшественника: проводят зяблевую вспашку или перекапывают, добавляют песок, перегной ($10\text{--}20\text{ кг/м}^2$) и минеральные удобрения из расчета: 10 г/м^2 аммонийной селитры, 25 – простого суперфосфата и 15 г/м^2 калийной соли. На полях с повышенной кислотностью проводят известкование, в зависимости от степени кислотности вносят известь-пушенку из расчета $40\text{--}60\text{ г/м}^2$.

Для раннего цветения и семеноводческих целей астры сеют в теплице в середине марта. Для посева и последующей пикировки используют субстрат, состоящий из трех частей дерновой земли, одной части песка и одной части хорошо выветренного торфа. При использовании свежего торфа добавляют известь. В возрасте 2-х настоящих листьев всходы пикируют. После укоренения вместе с поливом проводят подкормку полным минеральным удобрением в соотношении NPK, равном $1 : 2 : 3$. На 10 л воды берут $25\text{--}35\text{ г}$ удобрений. Можно в подкормках использовать калийную селитру, как источник азота и калия, добавляя на 20 г селитры 15 г суперфосфата на 10 л воды.

В период вегетации астры проводят три подкормки. Первую подкормку проводят в период закладки у растений бутонов, что совпадает с развитием у астры $4\text{--}5$ пар настоящих листьев. В этот период вносят аммонийную селитру из расчета 20 г/м^2 . Вторую подкормку производят с началом фазы бутонизации полным минеральным удобрением из расчета: аммонийной селитры $15\text{--}20\text{ г/м}^2$, простого суперфосфата – $25\text{--}30$, калийной соли $20\text{--}30\text{ г/м}^2$. Третья подкормка – в конце фазы цветения растений – фосфорно-калийная (по 30 г/м^2).

Для получения крупных и ярких соцветий необходимо в июне-июле провести некорневую подкормку астр несколько раз (от 2 до 6) водным раствором минеральных удобрений, состоящим из смеси аммонийной селитры ($0,2\%$), простого суперфосфата ($0,2\%$) и хлористого калия ($0,2\%$). Подкормку проводят в виде опрыскиваний растений так, чтобы они все покрылись микроскопическими каплями рабочего раствора.

Вистерия (глициния) – листопадная лиана, достигающая в высоту 10 м , с повислыми ветвями. Она хорошо растет и развивается на рыхлых и плодородных почвах. Вистерия – обильноцветущее растение; неплохо растет на сухих и песчаных почвах, так как у нее длинные, глубоко проникающие в почву корни. Эта культура требовательна к условиям освещенности, особенно в фазу цветения растений. Вистерия начинает цвести и плодоносить с $3\text{--}5$ лет. В течение одного вегетационного периода у вистерии может наблюдаться повторное цветение, но с более короткими кистями. В жаркую погоду у растений сокращается период цветения, в дождливую погоду цветки приобретают махровую форму, загнивают и опадают.

Вистерия выносит полутень, но лучше растет на освещенных местах; выдерживает морозы до -20°C ; среднезасухоустойчивая, но не выносит загазованности воздуха. Размножается семенами, отводками, черенками и прививкой на корнях. Семена высевают в теплице в декабре-январе или в открытом грунте ранней весной. В производственных

условиях для вистерии более приемлемо зеленое черенкование. Значительно повышает процент укоренения обработка зеленых черенков раствором индолилуксусной кислоты в концентрации 100 мг/л воды.

Под посадки вистерии весной вносят полное минеральное удобрение в соотношении N:P:K 1:2:1 из расчета 25–30 г/м² посадочной площади. Удобрения равномерно рассыпают по поверхности почвы и следом заделывают. В период вегетации вистерии проводят подкормки полным минеральным удобрением из расчета 10–20 г/10 л воды на 1 м² посадочной площади.

Гвоздики светолюбивы, зимостойки, засухоустойчивы, предпочитают легкие суглинистые и песчаные почвы, хорошо заправленные органическими удобрениями. Размножают эту культуру семенами, черенкованием, реже отводками.

Гвоздика относится к растениям, которые имеют относительно слаборазвитую корневую систему по отношению к большой наземной массе. В то же время они потребляют большое количество питательных элементов. Поэтому состав почвы, ее физические и химические свойства должны способствовать лучшему развитию корневой системы.

Участок, отведенный под гвоздику, в течение всего сезона должен находиться в чистом от сорняков и рыхлом состоянии. Свежий навоз вносят из расчета 40–60 т/га осенью под зяблевую вспашку. Высевают семена в мае. На постоянное место в грунт рассаду высаживают в конце лета – августе. При безрассадном способе семена высевают в начале июля, а затем прореживают всходы. Гвоздика очень отзывчива на удобрения. Недостаток азота вызывает пожелтение листьев и сильное отставание растений в росте, фосфора – замедляет созревание семян. При недостатке калия стебли становятся непрочными, гибкими, листья коричневыми и отмирают.

С появлением у всходов трех настоящих листьев проводят первую подкормку, расходуя на 10 л воды 10 г аммонийной селитры, 20 г калийной соли и 15 г простого суперфосфата. Через 10–12 дней подкормку гвоздики повторяют. На постоянном месте растения подкармливают при хорошем укоренении. В 10 л воды растворяют 30 г сульфата аммония, 20–25 г сернокислого калия и 30 г простого суперфосфата. Проводят две–три таких подкормок. Со второй декады августа из состава удобрений исключают азотные, увеличивают дозу калийных до 30–40 г и суперфосфата до 50 г/10 л воды. Последующую подкормку этими же дозами удобрений дают в конце первой декады сентября.

К осени растения гвоздики успевают развить куст с сильно ветвящимися укорененными побегами. Весной сразу после таяния снега между рядами вносят минеральные удобрения из расчета 15 г аммонийной селитры, 20 – сернокислого калия и 25 г простого суперфосфата на 1 м². Удобрения заделывают при рыхлении участка. Необходимость последующих подкормок определяется в первую очередь агрохимическими показателями, характеризующими плодородие субстрата и условия роста растений. Оптимальное содержание азота в листьях гвоздики – 2,8–4,0 %; фосфора – 0,7–1,2; калия – 3,5–5,0; кальция – 1,0–1,8 %. Для диагностики обеспеченности растений азотом, фосфором и калием ана-

лизируют пятую-седьмую пару листьев, считая от верхушки побега; для определения кальция – молодые, только что закончившие рост листья.

Подкормки гвоздик проводят обычно каждые 10–14 дней. Растения лучше всего подкармливать 0,1–0,15 % водными растворами, но для субстратов, приготовленных на основе минеральных почв, с повышенным и высоким содержанием органического вещества допустимо применение растворов с концентрацией 0,2 %. Гвоздика – относительно солевыносливое растение. Она обладает большой избирательной способностью к питательным элементам, содержащимся в субстрате, поэтому сравнительно мало реагирует на некоторые отклонения в питании и не испытывает угнетения при широком интервале кислотности субстрата. Однако увеличение содержания солей в субстрате более 3 г/л может вызвать уменьшение диаметра цветков, торможение цветения растений, а также значительное снижение количества цветков.

Георгины. При выборе участка под посадку георгин учитываются биологические особенности растения: сравнительно короткий вегетационный период, большая потребность во влаге, усиливающаяся с наступлением жаркого времени, хрупкость стеблей. Так как георгины теплолюбивы и повреждаются первыми же заморозками, их нельзя высаживать на пониженных участках. Участок для георгин должен быть хорошо освещенным и без застоя воды, почва – рыхлой и плодородной, тяжелые и песчаные почвы малопригодны. Нежелательно размещать георгины вблизи крупных деревьев, иссушающих и истощающих почву.

Подготовку участка под георгины начинают с осени. Зяблевую вспашку проводят на глубину 35–37 см, предварительно внося на 1 м² 15–20 кг перепревшего навоза и 20–30 г простого суперфосфата. Весной за две–три недели до высадки георгин участок перепахивают повторно на глубину 20–22 см и вносят калийные удобрения из расчета 20–30 г/м².

Первая подкормка георгин проводится через 10–14 дней после посадки в открытый грунт. Лучшая подкормка для георгин – навозная жижа (1:10), настой птичьего помета (1:20) из расчета 1,5–2 л рабочего раствора под один куст. Готовят это удобрение так: 10 кг коровьего навоза или 5 кг птичьего помета помещают в бочку, заливают 30 л воды. Дают смеси настояться 1–2 недели. Перед внесением настоя размешивают и добавляют 3 л на одну десятилитровую лейку. Этот объем достаточен для подкормки 5–8 кустов. Второй раз подкармливают георгины в начале фазы бутонизации растений минеральными удобрениями: на 1 м² посадочной площади вносят 10–15 г аммонийной селитры, 20–25 – суперфосфата, 15–20 г хлористого калия. Третья подкормка – в начале фазы цветения растений фосфорно–калийными удобрениями: 20–25 г простого суперфосфата и 15–20 – хлористого калия. Азотные удобрения под георгины в этот период не применяют, так как это способствует чрезмерному росту зеленой массы в ущерб цветению. К тому же формирующиеся клубни при этом получают менее лежкими.

Число подкормок и дозы вносимых удобрений зависят от уровня плодородия почвы, погодных условий, фазы развития растений. Можно

чередовать подкормки органическими и минеральными удобрениями, но вносить их следует не чаще одного раза в 10–14 дней. Лучшие минеральные удобрения для георгин – комплексные с микроэлементами.

Гербера – многолетнее перекрестноопыляемое, светолюбивое растение; имеет укороченное корневище с длинными шнуровидными малоразветвленными корнями. Лучшей почвой для герберы считается легкий суглинок или супесь с большим содержанием органического вещества. Плотность субстрата должна быть не выше $0,5 \text{ г/см}^3$. Оптимальные условия для развития культуры создаются при использовании чистого верхового торфа, а также смесей: торф, дерновая земля (2:1); торф, компостированная сосновая кора (1:1); компостированная кора, дерновая земля, листовая земля, песок в соотношении 1:1:1:1. При выращивании герберы в первую очередь необходимо обеспечить хорошую воздухопроницаемость на глубине почвенного слоя 35–50 см, так как растение образует глубокую корневую систему.

Герберу относят к солевывносливым культурам. Оптимальная реакция на торфе pH 4,5–5,5, а на почве – 5,5–6,2. При возделывании герберы на субстратах с pH выше 6,0 следят за ее обеспечением железом и марганцем, так как из-за плохой доступности этих элементов возможен хлороз листьев.

Герберу высаживают на низкие стеллажи, в контейнеры, в горшки или в грунт теплицы. Эта культура высоко отзывчива на удобрения, которые вносят только в растворенном виде. При посадке весной первую подкормку проводят приблизительно через 3–4 недели, когда начинается активное отрастание листьев. Об обеспеченности герберы элементами питания можно судить по их содержанию в листьях. Оптимальным считается следующее содержание: N – 2,2–3,5 %; P_2O_5 – 0,6–1,0; K_2O – 3,6–5,0; Ca – 15,–2,2; Mg – 0,35–0,70 % сухой массы. Для подкормки молодых растений можно использовать раствор следующего состава (г/м^3): калийная селитра – 400–500, аммонийная селитра – 200, сульфат магния – 200–250. На 1 м^2 посадок при торфяной культуре расходуют от 8 до 20 л питательного раствора в зависимости от возраста растений и слоя субстрата. В период интенсивного роста герберу подкармливают 2–3 раза в месяц, а осенью и весной – раз в 3 недели.

Оптимальным соотношением NPK при возделывании герберы в летний период (с марта по октябрь) считается 3:1:2, а с ноября по февраль – 1:1:2. Недостаток железа вызывает хлороз самых молодых листьев, у которых желтеют жилки. Растения отстают в росте, имеют мелкие цветоносы и блеклые цветы. Недостаток железа может быть результатом избытка кальция в субстрате, а избыток его может вызвать медное голодание. Оптимальная доза железного купороса или карбоната железа для герберы составляет $20\text{--}30 \text{ г/м}^3$. При развитии железного хлороза герберу поливают 0,2–0,4 % раствором лимоннокислого железа из расчета 3–5 л/ м^2 или опрыскивают 0,2 % раствором хелата железа.

Гиппеаструм – луковичное растение; размножается семенами, детками и делением луковиц. В оранжерее гиппеаструм можно возделывать в

горшках, на стеллажах, однако самые благоприятные условия создаются при посадке в приподнятые на 25–30 см грунтовые гряды шириной 1–1,2 м. Растения лучше развиваются на рыхлой, обогащенной перегноем почве, с плотностью 0,5–0,8 г/см³. Можно использовать смесь, состоящую из дерновой, листовой земли, перегноя и песка в соотношении 1:1:1:0,5. Оптимальная реакция рН_{KCl} 6,0–6,8. Возможно выращивание растений на верховом торфе или смеси торфа и суглинистой почвы (4:1). Оптимальное содержание элементов питания в почве следующее (мг/л): N – 80–150, P₂O₅ – 300–500, K₂O – 350–500. Верхняя граница оптимальна для грунтовых теплиц и на почвах с высоким содержанием органического вещества, нижняя – для горшечной культуры, а также на почвах с низким содержанием органического вещества. Максимальная концентрация солей – 3 г/л.

В зависимости от сорта массовое цветение растений приходится на февраль-март. Когда цветоносы у гиппеаструма достигнут высоты 20 см, растения начинают подкармливать раз в 2 недели полным минеральным удобрением концентрацией 0,2–0,3 %. Подкормку продолжают и после фазы цветения, до середины августа. Удобрение вносят по данным агрохимического анализа, уделяя большое внимание в начальный период роста и развития растений азоту. Хорошие результаты дает подкормка растворами органических удобрений – куриного помета или навоза. С конца июля дозу азотных удобрений снижают, увеличивая долю калия (30 г/м² сульфата калия). В период весеннего и летнего отрастания листьев растения поливают, не допуская переувлажнения субстрата. Оранжереи слегка притеняют, хорошо проветривают. С середины августа – сентября подкормки гиппеаструма прекращают, полив сильно сокращают.

Гладиолус (шпажник) – многолетнее, не зимующее в грунте, клубнелуковичное травянистое растение. Биологической особенностью гладиолуса является ежегодное возобновление всех надземных и части подземных органов. Ежегодное отрастание надземного побега происходит из почек, сформировавшихся на клубнелуковице, которая, истратив запасы питательных веществ, отмирает, а на ее месте в течение вегетации растения образуется новая замещающая клубнелуковица. Таким путем поддерживается жизнедеятельность гладиолуса как многолетнего травянистого растения.

Выбор места посадки гладиолуса определяется биологическими особенностями этого растения. Для него нужны защищенные от ветра, хорошо освещенные и дренированные участки. В северных районах даже незначительное применение посадок гладиолуса в любое время дня задерживает рост растений, снижает их декоративные качества и приводит к более позднему цветению по сравнению с участками, освещенными полностью. В южных районах страны более благоприятны для гладиолуса участки с частичным затенением в полуденные часы. В этом случае растения меньше подвергаются воздействию высокой температуры, чем на открытых участках, и цветки дольше сохраняют свои декоративные качества. Место, предназначенное для посадки гладиолуса, должно быть ровным или иметь небольшой наклон (до 5°) в южном направлении, который обеспечивает сток излишней воды, хорошее прогревание почвы и защиту от холодных северных ветров.

В северных районах нижние участки с высоким стоянием грунтовых вод для посадки гладиолуса малопригодны. Почва в таких местах «созревает» позднее, чем на возвышенных участках, посадка гладиолуса и цветение задерживаются, а поздние сорта из-за недостатка тепла вообще не зацветают. Летом почва слабее прогревается, а осенью на таких участках раньше наступают первые заморозки, которые могут прекратить вегетацию растений до того, как они успеют зацвести, если не принимать меры для защиты посадки от первых заморозков.

Для успешного выращивания гладиолуса имеют значение состав и структура почвы. Тяжелые глинистые, торфяные и чисто песчаные почвы, сильнощелочные и кислые для гладиолуса неблагоприятны. Реакция почвы должна быть нейтральной или слабокислой (рН 5,5–7). Лучшими почвами для гладиолуса являются легкие суглинистые, супесчаные или хорошо оструктуренные черноземы. Необходимая структура почвы создается внесением песка в тяжелые суглинистые, глины – в песчаную почву и достаточного количества хорошо перепревшего компоста и перегноя. Время и норма внесения удобрений как органических, так и минеральных, зависят от характера почвы, содержания в ней тех или иных питательных веществ и от потребности растений в том или другом виде удобрений в разные фазы вегетации.

Органические удобрения обычно вносят осенью под вспашку из расчета 30–50 т/га перегноя, или 20 т/га ТМАУ. Внесение в почву любого свежего или недостаточно перепревшего навоза непосредственно перед посадкой гладиолуса не рекомендуется, так как это может стать причиной поражения грибными заболеваниями. Его следует вносить за 1–2 года до посадки гладиолусов на данном участке. На черноземных и хорошо окультуренных почвах норма внесения органических удобрений снижается примерно на $\frac{1}{3}$.

Гладиолус является культурой, требовательной к азотному питанию, особенно в начальной стадии развития растений. Однако избыток этого элемента приводит к задержке цветения и снижению сопротивляемости растений заболеваниям. Кислые почвы нужно предварительно за 1–2 года осенью известковать. Норма извести определяется кислотностью почвы. В среднем на 1 га вносят 3–4 т извести–пушенки. На индивидуальных участках с плодородной почвой осенью достаточно внести 7 кг/м² перегноя, 70 г простого суперфосфата и 30 г калийной селитры, а весной в 2 срока – 50 г азотного удобрения. Хорошие результаты в качестве фосфорного удобрения дают костяная мука и роговые стружки, которые вносят осенью или весной из расчета 50–100 г на 1 м². Печную древесную золу дают осенью в количестве до 40 г на 1 м².

Потребность в тех или иных питательных веществах изменяется во время роста и развития гладиолуса. Проведение подкормок приурочивается к определенным фазам развития растения, так как наличие или недостаток питательных веществ в соответствующем периоде оказывает положительное или отрицательное влияние на рост, цветение и образование клубнелуковиц.

Первая подкормка – азотная, вносится в фазе появления 2–3-го настоящего листа. Она способствует усилению роста гладиолуса в начале развития и формированию лучшего соцветия, дифференциация которого приурочено к этому периоду. На 1 га вносят азотные удобрения из расчета 45 кг действующего начала; на 1 м² – 15 г аммонийной селитры, или 25 г сульфата аммония, или 25 г мочевины. На участках, богатых органическими веществами, дозу азотных удобрений в подкормке можно сократить в 2 раза, и вносить ее не позднее конца июня. При неблагоприятных метеорологических условиях в первой половине лета или при поздней посадке гладиолусов подкормку проводят несколько раньше появления 3-го листа. Для первой подкормки можно применять слабый настой коровяка или куриного помета (1 : 10–12) с добавлением 1 г перманганата калия на 10 л раствора. Настой из коровяка готовят следующим образом: в 50 л воды размешивают 4–5 ведер свежего чистого коровяка и выдерживают в закрытом виде 10–12 дней. Для подкормки берут 1 л настоя на 10 л воды. Птичий помет в количестве 2 ведер разводят в указанном количестве воды.

Вторая подкормка – азотно–фосфорно–калийная, проводится в фазе появления у растений 5–6-го настоящего листа из расчета по 45 кг действующего начала на 1 га; на 1 м² – 25 г сульфата аммония, 25 г простого суперфосфата и 9 г сернокислого калия. На почве, богатой органическими веществами, азот следует исключить и ограничиться фосфорно–калийными удобрениями. Можно применить готовые смеси удобрений для овощных, ягодных и других культур, имеющиеся в продаже; доза 30–40 г на 1 м².

Третья подкормка – фосфорно–калийная, проводится в фазе начала бутонизации или несколько раньше. Она обеспечивает хорошее цветение и лучшее образование клубнелуковиц. На 1 га вносят по 45 кг действующего вещества удобрений; на 1 м² – 25 г двойного суперфосфата и 9 г хлористого калия.

На больших площадях подкормки вносят в сухом виде, затем заделывают их культиватором в поверхностный 5–7 см слой почвы. На небольшой площади и на индивидуальных участках подкормки минеральными удобрениями целесообразно вносить в жидком виде, в канавки между рядами гладиолуса. Жидкие подкормки обеспечивают подвод растворимых веществ непосредственно к корням и поэтому действуют более эффективно и быстро, чем сухая подкормка, вносимая на поверхность почвы с последующей заделкой. Повысить действие жидких подкормок можно еще больше, если указанное количество минеральных удобрений разделить на 2 части и внести их в 2 приема с интервалом в 6–7 дней. Во избежание возможных ожогов растения нужно полить водой до и после внесения жидкой подкормки, что одновременно будет способствовать лучшему проникновению минеральных веществ к корневой системе.

Некорневые подкормки гладиолусов 0,05–0,1 % водными растворами микроэлементов проводятся с появления у растений 3–4-х настоящих листьев с интервалом 7–10 дней. Этот агроприем способствует ускорению цветения гладиолуса на 6–7 дней и является хорошим средством профилактики заболеваний растений.

Глоксиния – многолетнее травянистое клубневое растение; в производстве размножают семенами. Сеют глоксинию с ноября по январь в ящики, наполненные рыхлой и легкой почвенной смесью: листовая земля и торф (3:4); листовая, перегнойная, дерновая земля, торф (1:1:1:2); дерновая земля, торф, песок (1:3:1); плотность субстрата 0,1–0,7 г/см³. Он должен быть свежим (ранее не использовавшимся), водо- и воздухопроницаемым, с рН 5,5–6,0. Такой субстрат применяют на всех этапах выращивания этой культуры.

Первую пикировку проводят при появлении первой пары настоящих листьев, т. е. через 4–6 недель после посева, вторую – через месяц, по 50–100 растений в ящик. Перед вторичной пикировкой на 1 м³ субстрата добавляют 0,5–1,0 кг полного минерального удобрения. Когда растения сомкнутся и листья поднимутся косо вверх, их пересаживают в специальные горшки с субстратом, на 1 м³ которого добавляют 1,5 кг аммофоски или 0,4 – аммонийной селитры, 0,68 – простого суперфосфата, 0,42 – калийной селитры, 0,3 кг сульфата магния и микроэлементы. Глоксинию сажают неглубоко, слегка прикрывая клубень субстратом, в который добавляют 2–2,5 кг полного удобрения с микроэлементами. Оптимальное содержание питательных элементов в субстрате: N – 100–250 мг/л; P₂O₅ – 150–200; K₂O – 300–400 мг/л. Для роста и развития растениям глоксинии необходимы еженедельные подкормки питательным раствором невысокой концентрации (10–15 г полного удобрения на 10 л воды).

Гортензия – декоративный кустарник, ценится из-за красивых цветков и продолжительного периода цветения. Особенно ценны садовые формы с бесплодными цветками. Гортензия хорошо растет на легких, богатых гумусом, рыхлых и умеренно влажных почвах; известковых почв не выдерживает, но на буроземах с необходимым содержанием извести растет сравнительно хорошо. На Черноморском побережье Кавказа лучше всего развивается на красноземных и аллювиальных почвах в районах с осадками более 1500 мм в год. В местностях с засушливыми летними периодами, особенно на глинистых оподзоленных и песчаных почвах, растет плохо и хуже переносит зиму.

Размножают гортензию семенами, которые высевают осенью в ящики и слегка прикрывают землей, но главным образом вегетативно, путем укоренения зеленых и одревесневших черенков под стеклом, отводками, отпрысками и делением куста. Посадка производится 2–3-летними саженцами. Размер посадочной ямы зависит от почвы: на легких окультуренных почвах – 40×40×50 см. суглинистых окультуренных почвах – 50×50×60 см, тяжелых глинистых почвах – 60×60×70 см. Для посадки используют различные субстраты: слаборазложившийся верховой торф в смеси с песком в соотношении 2–3:1, торф предварительно нейтрализуют мелом из расчета 2–3 г CaCO₃ на 1 л торфа; вермикулит с песком (2–1:1); торф – нижний слой (3–4 см), песок – верхний (2–3 см); торф низинный с песком (1:1–2); перлит. Перед посадкой растений в подготовленный субстрат вносят удобрения из расчета (мг/л): N – 50–150; P₂O₅ – 300–450; K₂O – 200–350; Ca – 200–350; Mg – 40–80. После укоренения

нения начинают подкормку. При посадке гортензии в марте до перевалки (начало июня) проводят обычно 2–3 подкормки, чередуя полное удобрение (0,2 %) с внесением азота (аммонийной селитры – 0,2 %). Подкормки гортензии начинают после того, как корни хорошо оплетут земляной ком. Подкармливают растения через 7–10 дней, если они находятся в теплице, и через две недели, если горшки прикопаны в парники или на поле.

Обеспеченность отдельными элементами питания в первый год культуры может быть следующей (мг/л): N – 200; P₂O₅ – 500; K₂O – 600. При таком высоком их содержании нельзя допускать пересыхания почвы. Полив должен быть регулярным и обильным, так как при избытке удобрений листья в солнечную погоду начинают терять тургор и по краям их появляется некроз.

Во второй год вегетации растения начинают подкармливать, когда на побегах появляются бутоны, используя данные агрохимического анализа. Концентрация питательного раствора при подкормках в зависимости от физико-химических свойств земельной смеси колеблется от 0,15 до 0,3 %. Лучше чередовать подкормки минеральные с органическими удобрениями. При низкой обеспеченности почвы элементами питания подкормки проводят с интервалом 7–12 дней 2–3 раза, если обеспеченность средняя – 2 раза через 14–20 дней, а затем снова анализируют почву. Если фосфорные удобрения внесены перед посадкой растений, подкормки проводят по следующей схеме: азотно-калийные, азотные, полное удобрение. При невысоком содержании фосфора в почве полное удобрение чередуют с азотным. Подкармливают растения в 2–3 приема; общий объем раствора – 300–500 см³, в зависимости от диаметра горшка.

Жимолость представлена листопадными и вечнозелеными лианами, прямостоячими и стелющимися кустарниками. Жимолости могут произрастать в различных почвенно-климатических условиях, так как имеют широкую экологическую амплитуду. Они растут на разных типах почв – от торфяников в районе болот, до известняков в горах при условии достаточного увлажнения почвы. Эти лианы хорошо развиваются на слабокислых и нейтральных почвах (рН 6–7), но могут расти и на более кислых (рН 4,5–5,5). В культуре жимолости предпочитают почвы средние по гранулометрическому составу, слабокислые, супесчаные и суглинистые, богатые органическим веществом, с содержанием гумуса около 3,5 %. Размножается семенами и вегетативным способом. При вегетативном способе вьющиеся жимолости размножают черенками, отводками и делением куста.

Размеры посадочных ям для жимолости 60×60×50 см. Норма внесения удобрений на одну яму: торфонавозного компоста или перепревшего навоза 10–12 кг, простого суперфосфата 50–80 г, калийной соли 40–50 г. После внесения удобрения его перемешивают в посадочной яме с почвой. Для более активного корнеобразования в период приживаемости полив проводят 0,001 % раствором гетероауксина. Такой полив лучше проводить весной, в начале регенерации корневой системы. Раствор стимулятора вносят в лунки саженцев, непосред-

ственно после полива равномерно по всей площади приствольного круга с расчетом промачивания всей корнеобитаемой зоны.

В период первой вегетации жимолости большую роль играет систематический полив посаженных растений: за сезон их необходимо полить не менее 7–10 раз из расчета 10–20 л каждого полива на одно растение. На второй год после посадки дождевание полезно совмещать с некорневыми подкормками в виде растворов минеральных удобрений. Используют следующие растворы: 0,1 % мочевины (1 г соли на 1 л воды); 0,2 % аммонийной селитры; 0,5–1 % простого суперфосфата; 0,5 % хлористого калия.

Ирис. В культуре ирисы неприхотливы, однако следует учитывать их экологию. В основном это светолюбивые и засухоустойчивые растения. Даже в условиях засушливого юга многие виды могут расти без полива, и при этом усыхает лишь незначительная часть листьев. Закладка цветочных почек у ириса приходится на лето. Участок под ирисы должен быть открытым, солнечным с плодородной почвой и низким стоянием грунтовых вод, так как застой воды ведет к загниванию корневищ растений. В затененных местах ирисы плохо цветут и чаще поражаются бактериальными гнилями. Участок готовят за год до посадки. Осенью под глубокую зяблевую вспашку вносят 80–100 т/га навоза, 2–3 ц/га простого суперфосфата, по 2 ц/га сернокислого калия и аммонийной селитры. В зависимости от рН почвы вносят известь, на кислых почвах до 6 т/га, на слабокислых – до 2 т/га.

Посаженные и вегетирующие в течение 1–2 лет ирисы ранней весной подкармливают полным минеральным удобрением из расчета: 12 г/м² аммонийной селитры, 8 – простого суперфосфата и 10 г/м² хлористого калия. Вторую подкормку проводят в фазе бутонизации растений – соответственно 4, 12 и 12 г/м². Третью подкормку ирисов проводят сразу после завершения фазы цветения фосфорно–калийными удобрениями в дозе: 12 г/м² суперфосфата и 12 г/м² хлористого калия.

Калла (цантедешия) – многолетнее корневищное растение. Для ее роста и развития благоприятны рыхлые, хорошо дренированные, слабокислые почвы с большим содержанием органического вещества, имеющим рН 5,5–6,2. Каллы относятся к солевыносливым растениям, поэтому могут без видимого угнетения переносить высокую концентрацию водорастворимых солей в почве – до 3,5 г/л.

Растения потребляют калия в два раза больше азота и в шесть раз больше фосфора. Оптимальное содержание этого элемента в черешках листьев составляет 8 %. Из микроэлементов для каллы очень важен цинк, который необходим для биосинтеза некоторых ферментов и ауксинов.

Оптимальное содержание питательных элементов в субстрате для калл следующее (мг/л): N (сумма нитратной и аммонийной форм) – 80–120; P₂O₅ (по Кирсанову) – 600–800; K₂O (по Кирсанову) – 500–700; Ca – 200–300; Mg – 80–120.

Подкармливать каллы начинают с конца августа – начала сентября. На 1 м² обычно вносят по 20–30 г простого суперфосфата, аммонийной селитры и сульфата калия, 1–2 г сульфата цинка, а если растения культивируют на торфе, то еще 20–30 г сульфата магния. Удоб-

рения лучше применять в два приема с интервалом в 7–10 дней. При второй подкормке растений в рабочий раствор добавляют полный набор микроэлементов. В дальнейшем проводят подкормки калл азотно–калийными удобрениями. С середины ноября до конца января применяют только фосфорные и калийные удобрения при несбалансированном содержании этих элементов в почве. С увеличением длины дня проводят подкормки калл азотными удобрениями концентрацией раствора 0,2–0,3 % до наступления покоя. О необходимости подкормок можно судить по внешнему виду растений: если края листьев свисают и поверхность их матовая, то они нуждаются в азоте; если листья темно–зеленые и острые концы пластинок их направлены вверх, то они нуждаются в калии. Об обеспеченности растений элементами питания можно судить по их содержанию в листьях. Для анализа отбирают листовые пластинки без черешков, так как состав их неодинаков. Оптимальное содержание элементов в них следующее: N 3,5–4,5 %; P₂O₅ – 0,8–1,2; K₂O – 4,5–6,0; Ca – 1,3–1,5; Mg – 0,–1,2 %. Следует отметить, что генеративные листья, в пазухах которых расположены соцветия, более богаты всеми элементами питания, чем вегетативные.

Весной каллы интенсивно растут и цветут, одновременно закладываются новые соцветия. В этот период проводят подкормки (на 1 м² вносят 20 г калийных солей, 10 г азотных, 5 г фосфорных, 5 г микроудобрений с преобладанием цинка, меди, бора и 10 л навозной жижи).

Кальцеолярия. В производстве чаще используют кальцеолярию гибридную – двулетнее растение, культивируемое как однолетник; размножается в основном семенами, хотя кустарниковая форма может размножаться и черенками. Для посева и пикировок используют субстраты с плотностью около 0,8 г/см³ следующего состава: листовая земля, перегной (2:1); листовая земля, торф низинный (2:1); дерновая земля, песок, торф низинный (1:0,5:1); дерновая земля опилки (2:1); дерновая земля, торф верховой (1:3); торф низинный, дерновая земля, древесные опилки, песок (1:0,5:0,5:1); торф верховой, древесные опилки (1:0,5); произвесткованный верховой торф с рН_{KCl} 5,6–6,2.

При выращивании кальцеолярии на различных почвенных смесях дозы удобрений устанавливают в зависимости от исходного плодородия субстрата, используя данные агрохимического анализа (примерная доза – 1,5 кг/м³ полного удобрения). Оптимальное содержание питательных элементов в субстрате, мг/л: N – 100–200, P₂O₅ – 200–350, K₂O – 200–300, Ca – 250–400, Mg – 30–50. Нижний уровень содержания питательных элементов поддерживают после укоренения распикированных растений и посадки в горшки, верхний – после хорошего укоренения растений в оптимальных условиях. Кальцеолярия хорошо реагирует на повышенное содержание азота, однако в случае его избытка между цветками образуются феллодии – листья внутри соцветия, которые, разрастаясь, снижают декоративность растения.

Допустимая концентрация раствора удобрений для подкормок на легких гумусированных субстратах (плотность до 0,5 г/см³) при низкой и умеренной обеспеченности их питательными элементами равна 0,3 %,

а на более тяжелых минерализованных – 0,2 %. К позднеосеннему периоду субстрат должен содержать все необходимые питательные элементы. В условиях низкой температуры воздуха кальцеолярия медленно наращивает вегетативную массу, поэтому растения со второй половины ноября до середины января практически не подкармливают. Если соотношение питательных элементов нарушено, необходимую подкормку проводят даже зимой, используя растворы невысокой концентрации.

По окончании периода охлаждения с увеличением долготы дня и интенсивности освещения начинают регулярные подкормки, а при электроосвещении растений заканчивают за две недели до реализации.

При отсутствии агрохимических исследований рекомендуются следующие ориентировочные сроки и дозы внесения удобрений: растения в горшках диаметром 11 см подкармливают полным удобрением, чередуя его с азотным через каждые 12–15 дней, диаметром 9 см – полным удобрением через 10–15 дней. Состав раствора: N – 200–300 мг/л; P₂O₅ – 120–200; K₂O – 300–400; Mg – 20–30 мг/л (магниевого удобрения вносят на торфяных и опилочных субстратах). Раствор по нижнему уровню содержания питательных элементов составляют для распикированных растений и растений в горшках диаметром 7–9 см до периода охлаждения, по верхнему уровню – при выращивании кальцеолярии в горшках диаметром 11 см после охлаждения. Весной концентрацию удобрений в растворе увеличивают в полтора раза.

В зимнее время при пониженной температуре на листьях кальцеолярии может появиться хлороз, вызванный нарушением поступления железа или меди в растения. Поэтому в субстраты, содержащие большое количество торфа, добавляют 10–15 г сульфата меди и 20–30 г сульфата железа на 1 м³. Хорошие результаты дают некорневые подкормки 0,1–0,15 % раствором хелата или сульфата железа. Их проводят в пасмурную погоду, чтобы избежать ожога листьев. Для более быстрого проникновения раствора в листья временно повышают температуру воздуха до 10–12 °С. Причиной дефицита железа часто служит не его недостаток в субстрате, а слабое поступление вследствие избыточной влажности (особенно на холодном субстрате) или чрезмерно высокого содержания нитратного азота и фосфора. В этом случае с наступлением теплой погоды в светлое время года нормальная окраска листьев восстанавливается.

Клематис имеет две биологические особенности: обильное долгоцветение и ежегодное возобновление почти всей наземной массы вегетативных органов. В связи с этим растение расходует большое количество питательных веществ. Поэтому необходимо, чтобы в почве они находились в достаточном количестве и в оптимальных соотношениях. Это достигается внесением основного удобрения, а также с помощью подкормок в период вегетации растений.

По отношению к почве клематисы невзыскательны, но предпочитают богатую перегноем, рыхлую, плодородную, супесчаную или суглинистую почву с уровнем залегания грунтовых вод ниже 1,2 м. На участках с близким залеганием подпочвенных вод клематисы вымокают. Перед по-

садкой клематиса почву хорошо обрабатывают. Под весеннюю посадку ее готовят с осени, а под осеннюю – примерно за месяц. Основное удобрение: 100 т/га перегноя и $N_{90}P_{120}K_{60}$ вносят под вспашку. Нередко цветоводы рекомендуют посадку клематисов производить в специально приготовленные ямы. Это оправдано при посадке в невыработанные, тяжелые глинистые почвы или при наличии орштейнового горизонта. В этих случаях ширина и глубина посадочной ямы должна быть 70 см. К почве, вынутой из ямы, добавляют 20–25 кг перегноя и 200 г простого суперфосфата и 200 г комплексного удобрения (нитроаммофоски) на 50 кг почвы. Примерно такой же состав можно использовать для посадки в горшках или контейнерах. В горшках можно использовать также удобренный торф. На 1 м³ торфа добавляют 6–8 кг мела, 0,7–0,8 кг нитрата калия, 1,2–1,5 кг простого суперфосфата, 150–200 г сульфата аммония, 60–80 г сульфата железа, 4–6 г сульфата магния, 15–20 г сульфата меди, 4–5 г сульфата цинка, 4–5 г борной кислоты, 0,8–1,2 г молибдата аммония или молибдата натрия.

За период вегетации растений подкормки проводят 3–5 раз. Первую подкормку в фазу бутонизации клематиса, вторую – после массового цветения и летней обрезки, третью и последующие – после очередного цветения и обрезки. В качестве подкормок используют полное минеральное удобрение (20–40 г/10 л воды), жидкий коровяк (1:10) или куриный помет (1:15). 1 кг полного удобрения содержит 500 г калиймагнезии, 370 г нитрата аммония, 120 г сульфата калия, 10 г сульфата железа, 4 г сульфата меди, 2,5 г сульфата цинка, 1 г сульфата магния, 1,5 г борной кислоты, 0,5 г молибдата аммония, 0,5 г нитрата кобальта. Следует помнить, что высокие нормы удобрений могут вызвать ожоги и привести к гибели растений. Положительный результат дает весенний полив известковым молоком из расчета 100–150 г гашеной извести или мела на 10 л воды.

Лилия. Для лилии необходима рыхлая питательная водопроницаемая почва с нейтральной реакцией. Почвы с повышенной кислотностью и избыточным увлажнением для нее непригодны. На тяжелых глинистых водонепроницаемых почвах перед посадкой луковиц создают искусственный дренаж. Для этого в месте посадки выкапывают траншею глубиной 60 см с наклоном дна в одну сторону. Дно засыпают битым кирпичом, галькой или крупнозернистым песком слоем 15–20 см, а затем добавляют глинистую или дерновую почву, смешанную с листовым перегноем и крупнозернистым песком или гравием, что делает почву более рыхлой. В открытом грунте лилии выращивают на одном месте в течение нескольких лет. Для посадки лилий почву перекапывают на глубину 40–50 см и вносят листовой перегной или хорошо проветренный торф (10 кг/м²) с добавлением извести (200 – 500 г/м²) и азотно-фосфорно-калийные минеральные удобрения (100 г/м²). Луковичные корни лилий проникают в почву до 60 см и функционируют в течение нескольких лет, поэтому глубокая обработка почвы и внесение удобрений благоприятно сказываются на развитии растений.

Подкормки лилии должны проводиться дифференцированно в зависимости от фазы развития растений. В начале вегетации, когда идет

активный рост цветоносного побега и корней, лилии особенно нуждаются в азоте; в фазу дифференциации цветков растению необходимы азот и калий, а в период бутонизации и цветения – калий и фосфор.

В начале вегетации растений проводят первую подкормку органическими и минеральными удобрениями (раствор коровяка 1:10, раствор нитроаммофоса, диаммофоса, аммонийной селитры – 40–50 г на 10 л воды). При внесении удобрений в сухом виде их заделывают в почву на глубину 5–7 см с последующим; поливом (40–50 г/м²). Хорошие результаты дает внесение древесной золы (100 г/м²) несколько раз в течение сезона. Это способствует увеличению размера цветков, усиливает интенсивность их окраски, увеличивает сопротивляемость грибным болезням.

Последующие подкормки проводят в разные фенологические фазы: появление бутонов, окрашивание бутонов перед цветением и после окончания цветения (через 1–2 недели, но не позже 15 августа). У разных видов и сортов лилий эти фенофазы наступают в разные сроки, поэтому подкормки следует проводить с учетом этих сроков.

Нарцисс – многолетнее луковичное растение; размножается семенами и вегетативно. Посев семян проводят в открытый грунт сразу же после их созревания. Цветение наступает на 4–5 год после посева. Вегетативное размножение проводится путем отделения дочерних луковиц от материнского растения.

Выращивание нарциссов не представляет сложности. Они прекрасно растут на самых разнообразных почвах, но не терпят переувлажненных, сырых почв и тенистых мест. Подготовку почвы под посадку нарциссов начинают заранее. Летом перекапывают или перепахивают отведенный под посадку участок с одновременным внесением перегноя и минеральных удобрений из расчета 8–10 кг/м² перегноя, 30 г/м² простого суперфосфата, 30 – аммонийной селитры и 30 г/м² калийной соли.

Нарциссы подкармливают за вегетационный период трижды: по всходам, во время бутонизации и в фазу массового цветения растений. При ранневесенней подкормке нарцисса вносят 30 г/м² аммонийной селитры, 15 – простого суперфосфата и 15 г/м² калийной соли. Во время бутонизации – 20 г/м² аммонийной селитры, 40 – простого суперфосфата и 20 г/м² калийной соли. При третьей подкормке растений вносят 10 г/м² аммонийной селитры, 15 – простого суперфосфата и 15 г/м² калийной соли.

Нерина – многолетнее травянистое луковичное растение высотой 15–100 см, образующее соцветия на безлистных цветоносах. Ее можно выращивать в горшках, ящиках, контейнерах, грунте как для выгонки, так и для получения посадочного материала. Субстраты для нерины должны быть плодородными и дренированными. Основу их составляют суглинистые почвы, среднезернистый песок и компостированная древесная кора в равных соотношениях по объему. Перед перекопкой вносят компост или перегной (15–20 кг/м²). При посадке луковиц на дно борозды кладут также среднезернистый песок; реакция среды нейтральная – pH 6,7–7,0. Оптимальное содержание питательных элементов в субстрате, мг/л: N, P₂O₅ – по 120, K₂O – 300, Ca – 1500, Mg – 60.

В период вегетации растений по результатам агрохимического анализа субстрата проводят подкормки с внесением недостающих питательных элементов. При отсутствии агрохимического контроля целесообразно еженедельное внесение нитрофоски либо полного минерального удобрения из расчета 20 г/м^2 или $0,1\text{--}0,15\%$ водного раствора удобрений; норма расхода рабочего раствора – $7\text{--}10 \text{ л/м}^2$.

Пеларгония – растение высотой $40\text{--}60 \text{ см}$, с полуодревесневшими стеблями; размножается семенами и вегетативно. Вегетативное размножение проводят в марте-апреле. Маточники содержат зимой в светлых сухих оранжереях при температуре $4\text{--}7 \text{ }^\circ\text{C}$ и умеренном поливе.

Черенки перед посадкой подвяливают, подсушивая место нижнего среза, и укореняют в песке при температуре $17\text{--}19^\circ\text{C}$ в течение $20\text{--}25$ дней. Укоренившиеся черенки пересаживают в горшки, наполненные смесью листовой, дерновой земли и песка в соотношении $2:2:1$. Растения в горшках подкармливают минеральными удобрениями через каждые $15\text{--}20$ дней в соотношении NPK, равном $2:1:1,5$.

При размножении семенами посев проводят с декабря по февраль. Для повышения всхожести семян используют субстрат с рН $5,6\text{--}6,5$ и NPK в соотношении $1:1:1,5$. По гранулометрическому составу субстраты могут быть различными: чистый торф, смесь торфа с песком, смесь почвы с торфом или с компостом из свежей сосновой коры.

Пион исключительно требователен к условиям минерального питания и очень отзывчив на удобрения. Это обусловлено интенсивным ростом надземной массы и корневой системы растений. Ежегодно у пиона отрастают мощные высокие стебли, значительное количество крупных листьев и цветков. Для развития такой вегетативной массы требуется много питательных веществ: не меньше их расходуется и на формирование мощной корневой системы. Потребность в питательных веществах у пиона начинает проявляться с момента отрастания молодых побегов и достигает максимума в фазе бутонизации. Наивысшей декоративности и продуктивности пионы достигают при 3-кратной дифференцированной подкормке: азотом – в начальной стадии роста; полным комплексом минеральных удобрений – в фазу бутонизации и в начале цветения. Такой порядок внесения удобрений способствует образованию наибольшего количества цветков, максимальной продолжительности цветения и увеличению размера цветков. Количество вносимых под пионы удобрений зависит от сортовых особенностей, возраста и плодородия почвы. Пионы высаживают в специально подготовленные ямки с размерами $70 \times 70 \times 70 \text{ см}$, заложенные земляной смесью из верхнего слоя снятой земли, перепревшего навоза и простого суперфосфата из расчета 200 г на ямку. Подкормки в период вегетации растений дают в сухом или жидком виде. Под одно растение вносят минеральные удобрения в дозе $\text{N}_{3-5}\text{P}_{4-5}\text{K}_{6-9}(\text{г/м}^2)$ и заделывают на глубину $5\text{--}6 \text{ см}$. При жидкой подкормке $1/2$ дозы минеральных удобрений разводят в настое из навозной жижи или коровяка.

Примула – корневищный многолетник с розеткой прикорневых листьев и безлиственными невысокими цветоносами. Все виды примул

следует высаживать на рыхлых, нетяжелых, хорошо дренированных почвах. При небольшом затенении они цветут дольше и не выгорают, легко переносят пересадку в цветущем виде.

Почву в цветнике под примулы обрабатывают глубоко – 28–30 см. Органические удобрения вносят из расчета 20–25 кг/м², минеральные: N₁₅P₂₀K₁₅ г/м². В течение лета дают три подкормки: первую – ранней весной, вторую – через 2–3 недели (N₁₅P₁₅K₁₅ г/м²), третью – в июле – августе (P₁₅K₁₅ г/м²). Очень важно сохранить листья до глубокой осени. У многих видов хорошо развитая листовая розетка служит естественным укрытием растений на зиму, так под снегом листья сохраняются зелеными почти до весны.

Пуансеттия. Наиболее подходящим субстратом для пуансеттии являются торфосмеси (торф с компостами, листовой, дерновой землей, сосновой корой, песком), верховой торф, дерновая земля с перегноем и песком в соотношении 1:1:1:1; рН субстрата – 6,0–6,5.

Перед посадкой пуансеттии вносят полное удобрение из расчета 2–4 кг/м³ субстрата. При посадке укорененные черенки не заглубляют, поливают и расставляют на стеллаже по 16–25 шт./м².

О необходимости применения подкормок можно судить по содержанию элементов питания в листьях. Недостаток питательных элементов у растений особенно отрицательно влияет на образование качественных соцветий. Поэтому удобрения под пуансеттию рекомендуется применять через каждые 10–14 дней до полного окрашивания прицветников. Недостаток азота вызывает пожелтение листьев, замедляет развитие прицветников, дефицит фосфора – пожелтение и опадение листьев, калия – хлороз и некроз. При первых признаках появления симптомов недостатка питательных веществ в почве проводят некорневую подкормку растений. Растения подкармливают 0,15–0,20 % водными растворами минеральных удобрений. Для приготовления питательного раствора используют 200–500 мг/л азота, 30–80 – фосфора и 90–260 мг/л калия. На ранних стадиях роста пуансеттия потребляет большое количество азота, к началу развития генеративных органов усиливают питание фосфором, а позднее – калием. Пуансеттия хорошо отзывается на некорневые подкормки 0,005 % растворами магния, марганца и молибдена.

Роза – красивоцветущий листопадный, нередко вечнозеленый кустарник, иногда лиана высотой от 0,2 до 3,5 м. Розы – растения солнцелюбивые, и поэтому при посадке для них выбирают хорошо освещенные открытые места, защищенные от сильных ветров. Размножаются они семенами и вегетативно – окулировкой, прививкой, черенкованием, делением кустов и отводками. Розы, растущие на солнце, быстрее формируются, дают больше цветов. В тени они растут медленно, образуя длинные и тонкие побеги, слабо цветут, поражаются болезнями и вредителями. Для роз лучше подходят участки с небольшим уклоном (8–10°) к югу, юго-востоку или юго-западу. Розы успешно растут на черноземах, легких суглинках и супесях с хорошей структурой и высоким содержанием органического вещества. Уровень грунтовых вод не должен быть выше 80–120 см, так как кор-

невая система привитых роз иногда проникает на глубину более 1 м. Большое значение для роз имеет кислотность почвы. Почва для них предпочтительна слабокислая, хотя они могут расти и на почвах, имеющих слабощелочную реакцию. Для повышения кислотности в почву добавляют торф и навоз, а для подщелачивания вносят золу, известь или доломитовую муку. Следует избегать болотистых, засоленных и каменистых почв.

Участок, предназначенный для посадки роз, готовят с осени. Проводят глубокую обработку почвы. В зависимости от ее структуры, кислотности и плодородия на суглинистых и супесчаных почвах вносят 100–120 т/га навоза, 4–6 – извести, 0,6–1,0 – фосфоритной муки и 0,5–0,6 т/га калийной соли. При посадке роз на больших площадях удобрения вносят по всему участку, при небольших посадках копают ямы размером 60 x 70 x 70 см, в которые закладывают удобрения из расчета 4–5 кг перегноя, с добавлением 15–20 г аммонийной селитры, 60–80 – простого суперфосфата и 8–10 г хлористого калия. При хорошей заправке почвы удобрениями в первый год после посадки молодые растения не нуждаются в подкормке. После прищипки бутонов их желательнее только подкормить органическими удобрениями, которые лучше всего применять в жидком виде: настой коровяка 1:10, куриного помета 1:20. В последующие годы розы нуждаются в регулярных подкормках. Розы имеют некоторые особенности роста: у сортов садовых групп с ремонтантным цветением – чайно-гибридных, флорибунда, грандифлора, миниатюрных и полиантовых – побеги за вегетационный период отрастают 3–4 раза, а следовательно, нуждаются в различных питательных веществах. За сезон необходимо провести не менее 4-х подкормок органическими и минеральными удобрениями, которые дополняют друг друга. Подкормки приурочивают к фазам вегетации роз – началу цветения и новому росту растений. Первую подкормку проводят в фазу бутонизации, вторую – после спада первого массового цветения, третью – после второго цветения и четвертую – в конце летнего сезона. Хорошие результаты дает поливка коровяком: на ведро (10 л) воды – 1 кг коровяка, смесь настаивают 4–7 дней при регулярном перемешивании. После прекращения появления пузырьков настой в 2 раза разбавляют водой. На ведро настоя добавляют: при первой подкормке – 15–20 г аммонийной селитры, 30–35 – простого суперфосфата, 8–10 г хлористого калия; при второй подкормке – 20–30 г аммонийной селитры, 60–80 – простого суперфосфата, 10–15 г хлористого калия; при третьей подкормке – 60–70 г простого суперфосфата, 15–20 г хлористого калия; четвертую подкормку производят раствором солей в чистом виде (10 л) по норме третьей подкормки.

При хорошем обеспечении растений питательными элементами листья из середины побега, закончившие свой рост, содержат 2,8–3,6 % азота, 0,65–0,80 – фосфора и 2,5–3,0 % калия.

От несбалансированного питания розы заболевают хлорозом: в первой стадии отмечается пожелтение пластинки листа между жилками, которые остаются зелеными, затем он полностью желтеет, и по краям его появляются некрозы коричневого цвета. Хлороз чаще всего возникает из-за

нарушения поглощения растениями железа и реже марганца. Проявляется он как при прямом недостатке в почве этих элементов (например, на карбонатных, нейтральных и щелочных почвах, на которых железо и марганец малодоступны для растений), так и при достаточном их количестве, но несбалансированном содержании других питательных веществ. Железо не может участвовать в нормальном образовании хлорофилла ввиду избыточного содержания в почве и поступления в растения фосфора и нитратного азота, а также на холодных почвах при недостатке в них кислорода и избыточном увлажнении. Именно поэтому хлороз часто наблюдается в начале выгонки роз, в первое цветение, затем он проходит. При нарушении режима питания железом хлороз появляется на верхних, растущих листьях, а при недостатке марганца – и на нижних, уже сформированных. Для борьбы с этим заболеванием роз при массовом его проявлении, в почву вносят соли железа или марганца из расчета 1–2 кг/га д. в.; проводят некорневые подкормки растений 0,01 % водными растворами этих элементов.

Сирень – одно из самых любимых и распространенных декоративных растений. Она зацветает весной довольно рано и цветет обильно, долго и празднично. Участок для посадки сирени должен быть освещенным; закрытым от ветра. Эта культура хорошо растет как на равнинных местах, так и на небольших склонах, особенно юго-западного направления. Мощная корневая система позволяет использовать сирень для закрепления почвы в эрозионно-опасных местностях. Для сирени непригодны низкие, заболоченные и затопляемые участки.

Почва должна быть умеренно влажная, плодородная, структурная, с высоким содержанием гумуса и водопроницаемым подпочвенным горизонтом. Сирень хорошо растет на суглинистых почвах, заправленных органическими и минеральными удобрениями, на черноземах, тепловой режим которых способствует развитию более декоративных кустов и усиливает их цветение. Реакция почвы должна быть от слабокислой до нейтральной (рН 6–7). Глубина залегания грунтовых вод 1,5–2 м от уровня почвы.

При посадке растений группами или куртинами почву лучше вспахать или перекопать, предварительно внося в нее минеральные и органические удобрения из расчета на 1 м²: навоза или компоста – 10–15 кг, фосфорных 60–80 г, калийных 20–25 г. Почву с повышенной кислотностью известкуют (табл. 210; Шеуджен А.Х., Котляров Н.С., Куркаев В.Т. и др., 2004).

Кислотность почвы можно нейтрализовать, внося в приствольные круги золу, которая обладает щелочными свойствами, а, кроме того, способствует минерализации азота.

Таблица 210 – Дозы извести в зависимости от кислотности почвы, кг/м²

Почва	рН солевой вытяжки					
	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4–5,5
Супесчаная, легкосуглинистая	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25
Среднесуглинистая	0,6	0,55	0,55	0,45	0,4	0,35
Тяжелосуглинистая	0,8	0,75	0,65	0,55	0,5	0,45

Посадочные ямы копают с отвесными стенками. Размер их зависит от плодородия почвы: на средне плодородных – достаточно 50×50×50 или 60×60×60 см; на бедных, песчаных, засоренных строительными и другими отходами, на неудобных участках размер ям увеличивают до 100×100×100 см и полностью заполняют их привозным грунтом. В состав почвы для одной посадочной ямы входят органические удобрения (перегной, перепревший навоз или компост) – 15–20 кг, костная мука – до 2 кг, древесная зола – 200–300 г. Если вместо костной муки приходится вносить суперфосфат, который подкисляет почву, для его нейтрализации дозу золы увеличивают вдвое. При хорошей подготовке посадочных ям в первые два–три года после посадки удобрения в почву приствольных кругов можно не вносить. Чрезмерные дозы подкормок в это время приводят к повышению концентрации почвенного раствора и ослаблению укоренения и роста. Азотные же удобрения начинают вносить со второго года после посадки в виде двух – трехкратных подкормок мочевиной из расчета 50–60 г на одно растение за сезон или аммонийной селитрой – 65–80 г соответственно. Первую подкормку азотом дают ранней весной в начале вегетации, когда оттает почва, две последующие – с перерывом в 20–25 дней. Эффективна также подкормка органическими удобрениями. Для этого раствор коровяка разводят водой в 4–5 раз, навозной жижи – в 6–8, птичьего помета в 10–12 раз. На куст расходуют 1–3 ведра в зависимости от его возраста и состояния.

Сирень хорошо растет, обильно и ежегодно цветет, если почва в зоне приствольного круга достаточно плодородна. С четвертого года после посадки подкормки лучше приурочивать к определенным фазам вегетации растений. Сирень пробуждается ранней весной, когда многие растения еще пребывают в покое. В этот период вносят 40 % годовой нормы азотных удобрений, а остальное их количество лучше давать дробно, так как азотсодержащие соединения быстро вымываются из почвы.

Последующие три подкормки азотом (по 20 %) осуществляют с интервалом 20–25 дней, в зависимости от наступления фаз: начало бутонизации, массовое цветение, конец цветения и прироста побегов в длину. Если есть возможность заменить минеральные удобрения органическими, хорошо использовать растворы коровяка, навозной жижи или птичьего помета. Концентрация та же, что и в первые годы после посадки, расход – 15–20 л на 1 м² приствольного круга, в зависимости от состояния и возраста куста.

Органические удобрения можно давать неразведенными в виде перепревшего навоза, перегноя или компоста, перед осенней обработкой почвы. Ориентировочные средние годовые нормы на приствольный круг взрослого куста от 10 до 30 кг.

Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью один раз в два–три года, заделывают при рыхлении на глубину 6–8 см. Средние годовые нормы минеральных удобрений на 1 м² приствольного круга куста приведены в таблице 211 (Лунева З.С., Михайлов Н.Л., Судакова Е.А., 1989).

Таблица 211 – Нормы минеральных удобрений на 1 м² прикустовой зоны в год

Вид удобрений	Норма, г	Вид удобрений	Норма, г
Азотные*		Калийные*	
Мочевина	30**–20***	Хлористый калий	25–12
Аммонийная селитра	40–30	Калийная соль	35–20
Сульфат аммония	50–35	Сульфат калия	40–25
Цианамид кальция	50–35		
Натриевая селитра	65–40		
Кальциевая селитра	80–55		
Фосфорные*		Сложные*	
Суперфосфат двойной	30–20	Нитрофос	85–50
Суперфосфат простой	70–40	Нитроаммофоска	90–60
Преципитат	45–30	Нитрофоска	100–60
Костная мука	55–50	Диаммофос	30–15
Фосфоритная мука	80–50	Аммофос	45–30
Томашшлак	90–50	Калийная селитра	25–15

* Вносят одно из перечисленных удобрений

** Доза без внесения органических удобрений

*** Доза с совместным внесением органических удобрений

Сирень отзывчива на микроудобрения. Их применяют в виде некорневых подкормок. На 10 л воды берут 1–2 г медного купороса, 5–10 г сульфата марганца и по 2–3 г сульфата цинка и молибдата аммония. Опрыскивают этим раствором один-два раза за сезон – после цветения и в начале августа. Однако после такой подкормки при следующем цветении может слегка измениться оттенок окраски цветков.

Стрелиция – многолетнее растение. В культуре она отличается высокой продуктивностью до – 10–20 лет; обычно же длительность культуры составляет 10–12 лет.

Ценность стрелиции – в оригинальности ее цветков, продолжительной (до трех-четырёх недель) сохранности в воде, периоде цветения с октября по март. Цветки стрелиции напоминают по форме экзотическую птицу, имеют оранжевые чашелистики и сине-фиолетовые лепестки, собранные по три-восемь в соцветие на высоком, до 70–100 см цветоносе.

Стрелицию размножают чаще всего семенами, поскольку при размножении отпрысками она в течение трех-четырёх лет не цветет. Стрелицию выращивают на субстрате, состоящем из волокнистой дернины, полуперепревших листьев, перегноя, торфа и песка в соотношении 1:1:1:2:1. Оптимальное содержание питательных элементов в таком субстрате составляет: N – 100–150 мг/л; P – 150–200; K – 100–180; Ca – 1500–2000; Fe – 150–250; Mn – 30–50; Zn – 15–20; Cu – 10–15; B – 1,5–3,5; Mg – 0,2–0,8 мг/л.

Через каждые семь–десять дней стрелицию подкармливают минеральными удобрениями. Оптимальное соотношение N:P:K в субстрате в период бутонизации 0,5:2,5:1,5, в остальное время – 1:1,5:2. Подкормки прекращают в фазу цветения растений.

Тюльпан. Травянистый луковичный многолетник, эфемероид. Активное развитие надземных органов его приурочено к короткому периоду

весны, когда в почве достаточно влаги, а температура воздуха не слишком высокая. До наступления жары растения заканчивают вегетацию, их корни, стебли и листья отмирают. Глубоко в земле остается только луковица, существующая за счет накопленных питательных веществ.

Лучшим местом для выращивания тюльпанов является открытый солнечный участок, защищенный от ветра, хорошо дренированный, с плодородной супесчаной или суглинистой почвой. Тюльпаны не переносят кислой почвы. Для понижения кислотности за два года до их посадки необходимо провести известкование. Участок должен быть хорошо спланирован, без впадин, на которых застаивается вода и луковицы могут вымокнуть.

Внесение свежего навоза при посадке луковиц приводит к загниванию корневой системы. Внесение навоза из расчета $10\text{--}20\text{ кг/м}^2$ возможно лишь за три года до посадки тюльпанов. На окультуренных участках за месяц перед посадкой под основную обработку почвы вносят перегной из расчета $8\text{--}10\text{ кг/м}^2$ и полное минеральное удобрение в дозе 30 г/м^2 аммонийной селитры, 60 – суперфосфата простого и 30 г/м^2 хлористого калия.

Подкормки тюльпанов проводят трижды в период вегетации. Первую подкормку проводят ранней весной, в начале их отрастания, когда надземная часть имеет высоту $6\text{--}10\text{ см}$, вносят аммонийную селитру (20 г/м^2). Мочевинной подкармливать в этот период нежелательно, так как азот из нее плохо усваивается растениями из-за частых весенних похолоданий, в результате чего снижается их устойчивость к заморозкам. Удобрения рассыпают между рядками посаженных луковиц в бороздки на глубину $8\text{--}10\text{ см}$ с последующей заделкой. Вторую подкормку проводят, когда появляются бутоны, т. е. недели через две после первой подкормки, мочевиной в дозе 10 г/м^2 , простым суперфосфатом и калийной селитрой из расчета по 20 г/м^2 .

Третью подкормку тюльпанов проводят фосфорно-калийными удобрениями в фазе цветения растений или через 10 дней после второй. Простой суперфосфат и калийную соль (по $20\text{--}30\text{ г/м}^2$) применяют также в бороздки на глубину $7\text{--}10\text{ см}$. Удобрения вносят аккуратно, так, чтобы они не попадали на листву, что может вызвать ожоги. После подкормки рекомендуется полить растения или разрыхлить почву.

Флоксы относятся к малопривередливым растениям, но для обеспечения хорошего развития и обильного цветения им надо предоставить достаточно питательную, рыхлую, нетяжелую почву. Они не выносят застойных вод, зимостойки. Размножаются вегетативно и семенами. Хорошо растут, обильно и долго цветут на супесчаных и легкосуглинистых, увлажненных, хорошо заправленных удобрениями почвах. Кислотность почвы должна быть от слабокислой до нейтральной.

Органические удобрения в дозе $8\text{--}10\text{ кг/м}^2$ и золу – $150\text{--}200\text{ г/м}^2$ вносят под зяблевую вспашку на глубину $20\text{--}22\text{ см}$. Очень глубокая заделка удобрений нецелесообразна, т. к. основная масса корней у флоксов располагается на глубине $5\text{--}15\text{ см}$. Весной под перепахку вносят минеральные удобрения из расчета $\text{N}_{10}\text{P}_{10\text{--}12}\text{K}_{10}\text{ г/м}^2$.

Первую подкормку флоксов проводят в период массового отрастания стеблей. Удобрения вносят из расчета $\text{N}_{6\text{--}9}\text{P}_{3\text{--}4}\text{K}_{5\text{--}7}\text{ г/10 л во}$

ды. Вторую подкормку проводят в начале фазы бутонизации растений, удобрения вносят из расчета $N_5P_5K_{10}$ г/м². Третью подкормку дают в начале цветения: $N_3P_{3-5}K_{3-5}$, или 30–40 г золы на 10 л воды. В конце цветения флоксы подкармливают фосфорно–калийными удобрениями: $P_{3-4}K_{15}$ г/10 л воды. Эта подкормка способствует накоплению питательных веществ в растениях и их закалке.

Фрезия – клубнелуковичное перекрестноопыляемое растение. При выращивании из семян посев проводят в грунт оранжереи, на стеллажи, в ящики; субстрат – смесь листовой, дерновой и перегнойной земли в соотношении 1:1:1. Подкормку растений в парниках проводят в каждую одну–две недели водным раствором удобрения, содержащего аммонийную селитру и сульфат калия: в начале лета по 5 г на 10 л, а с середины лета соответственно по 5 и 10 г на 10 л воды. В течение сезона фрезии подкармливают несколько раз удобрениями с учетом агрохимической характеристики субстрата. Оптимальное содержание (0,2 н HCl) элементов питания в 1 л земляного грунта следующее: N–100–180 мг; P_2O_5 –250–350; K_2O –400–500 мг. Нижняя граница оптимальна в период прорастания луковиц, верхняя – при отрастании вегетативной массы. На почвах плотных, с небольшим содержанием органического вещества и в период роста следует придерживаться нижнего уровня. В период отрастания листьев фрезии подкармливают удобрениями в соотношении NPK, равном 2:1:1. За период вегетации вынос элементов этой культурой составляет: N – 6,3 г; P_2O_5 – 2,7; K_2O – 6,9; Mg – 0,36 г/100 растений.

Фрезии можно выращивать гидропонным методом на маловлажном субстрате – гранитном щебне слоем 15–18 см. В течение первого месяца после посадки еженедельно проводят полив водой, затем питательными растворами следующего состава: N – 50–150 мг/л, K – 200, P – 60, Ca – 200, Mg – 50, S – 150–200, Fe – 2, Cu – 0,3, Zn – 0,5, Mn – 0,4, Co – 0,1, Mo – 0,1, B – 0,4 мг/л; pH – 5,5–6,5.

Хризантемы – одно- и многолетние травянистые и полукустарниковые растения; размножаются семенами, делением корневищ и зелеными черенками. Для них выбирают участок, защищенный от господствующих ветров; почва должна быть плодородной, влагоемкой и хорошо аэрируемой. Непригодны для хризантем легкие песчаные и супесчаные почвы, не обеспечивающие постоянную увлажненность. Кислотность почвы может сильно варьировать – pH_{KCl} от 5,5 до 7,5, однако, чтобы режим питания был оптимальным, ее лучше поддерживать в пределах pH 6,0–6,8. Хризантемы относятся к солевыносливым растениям, однако при избытке минеральных солей в почве корнеобразование у высаженных черенков замедляется, что в свою очередь нарушает снабжение их питательными веществами и водой. Допустимое содержание водорастворимых солей в почве колеблется от 4–5 г/л на плотных сильноминерализованных почвах до 6,5–7,5 г/л на верховом торфе.

Участок для их посадки готовят предварительно, т. е. с осени его пашут на глубину 18–20 см или перекапывают на штык лопаты,

предварительно внеся перегной из расчета 10 кг/м^2 и фосфорно-калийные удобрения в дозе по 20 г/м^2 .

Чтобы получить декоративный куст или несколько крупных соцветий у срезочных сортов хризантемы, растения к концу лета должны развить мощную вегетативную массу, заложить и сформировать бутоны и соцветия. Поэтому через две недели после высадки в открытый грунт проводят подкормку растений азотно-фосфорно-калийными удобрениями в соотношении NPK, равном 2:1:0,5. Оптимальное содержание в листьях хризантемы элементов питания следующее: N – 3,5–4,5 %, P_2O_5 – 0,9–1,1, K_2O – 3,8–4,5, Ca – 1,0–1,8, Mg – 0,40–0,55 %. Для диагностики отбирают третий–пятый лист сверху у низкорослых и пятый–седьмой у высокорослых сортов.

В качестве азотного удобрения используют мочевины или аммонийную селитру в дозе 20 г/м^2 , в качестве фосфорных – простой суперфосфат (10 г/м^2), калийных – калийную соль (5 г/м^2). Вторую подкормку растений проводят в начале фазы бутонизации. В это время элементы питания, т. е. NPK, вносят в соотношении 1:2:1. Приведенные выше дозы удобрений даны в расчете на сухую подкормку. Однако возможно проведение подкормки в жидком виде. Для этого указанные количества удобрений растворяют в 10 л воды и на каждый куст расходуют 0,5 л рабочего раствора.

Цикламен. Почву под цикламены можно использовать различную, но обязательно рыхлую и влагоемкую. Эти свойства обеспечивают смеси, состоящие из листовой, полуперепревшей легкой дерновой земли, верхового слаборазложившегося торфа, перегноя, древесных опилок и соломенной резки.

Для посева пригодны субстраты, содержащие не менее 20 % органического вещества, плотностью $0,2\text{--}0,6 \text{ г/см}^3$, pH_{KCl} – 5,8–6,0. Избыточное содержание элементов питания в этот период снижает всхожесть семян. Поэтому удобрения вносят только в том случае, если почва бедна питательными веществами или нужно выровнять соотношение между ними.

Земельные смеси для пикировок и посадки цикламенов в горшки используют такого же состава, как для посева, но более плодородные. Плотность их должна быть не выше $0,6 \text{ г/см}^3$, pH_{KCl} – 5,5–6,2 (на карбонатных почвах – 5,8–6,5). Составы смесей могут быть: дерновая земля с листовой и опилками (2:1:1); дерновая земля с листовой, торфом и перегноем (2:1:1:1); дерновая земля с торфом и песком (1:1–3:1–0,5); листовая земля с перегноем и торфом (1:1:2), торф с опилками (1–3:1). Желательно в земельную смесь добавлять до 5 % измельченной сосновой коры, внесение которой препятствует развитию грибных заболеваний.

Нормы основного удобрения, вносимого перед посадкой цикламенов, зависят от свойств используемых компонентов. Ориентировочно для первой пикировки можно рекомендовать полное удобрение в количестве 0,8 кг, для второй (посадка в горшки диаметром 9 см) – 1,5, для перевалки в горшки – 2,5–3 кг на 1 м^3 субстрата. Если в состав субстрата входит низинный торф, то в него необходимо добавлять сернокислую медь в количестве 3–5 г/м^3 . Для лучшего распределения солей

меди их смешивают предварительно с песком или вносят в жидком виде. При использовании перегной или дерновой земли дозы удобрений несколько ниже, чем при применении торфа или опилок. Опилки бедны элементами питания. На их долю при составлении смеси вносят (кг/м³): 0,5–0,6 N (1,5–2 кг аммонийной селитры), 0,2–0,3 P₂O₅ (1,0–1,5 простого суперфосфата) и 0,2–0,3 K₂O (0,5–0,7 кг сульфата калия). Опилки смешивают с удобрениями, а затем добавляют их к другим субстратам. Оптимальное содержание питательных веществ в субстрате следующее (мг/л): N – 60–150; P₂O₅ – 150–400; K₂O – 150–450; Ca – 250–350; Mg – 40–60; Fe – 15–25. Нижней границы придерживаются в период развития всходов и пикировок, верхней – после укоренения.

В весенне-летний период цикламен подкармливают раз в 2–3 недели раствором минеральных удобрений. Периодичность подкормки зависит от возраста растений и времени года. Молодые растения подкармливают раствором азотных и азотно-калийных удобрений в концентрации 0,1–0,15 %.

В первый период своего развития цикламен использует мало питательных веществ. Основное потребление их приходится на летний период, когда идет прирост вегетативной массы. В этот период наблюдается наибольшее потребление азота и калия. Вынос из почвы фосфора с момента интенсивного отрастания листьев до полного цветения остается приблизительно на одном уровне.

Подкормки начинают через несколько недель после укоренения растений и чередуют азотно-калийные удобрения с азотными и полными (NPK). Подкармливают растения примерно с интервалом 8–12 дней следующими удобрениями (г/10 л воды): первая подкормка – аммонийная селитра – 7–10, сульфат калия – 7–10; вторая – аммонийная селитра – 7–10 или сульфат аммония – 10–12; третья – аммонийная селитра – 7–10, сульфат калия – 7–10, суперфосфат простой – 7–10; четвертая подкормка – аммонийная селитра – 10–12 и т. д. В этот период подкормки минеральными удобрениями можно чередовать с подкормками коровяком (1:10–15).

В период интенсивного роста растений для подкормки используют более концентрированные растворы – до 0,3 %. Если требуется подкормка всеми элементами питания, то применяют следующие нормы (г/м³ воды): N – 200–300, P₂O₅ – 100–200. K₂O – 250–350. Периодичность подкормки – 7–14 дней. С середины августа или в сентябре дозы азотных удобрений уменьшают, а затем исключают совсем. При необходимости фосфорные и калийные удобрения вносят до появления окрашенных бутонов. Расход жидкости в подкормках – 0,1–0,2 л на растение. Если органические удобрения не используют, то раз в месяц летом вносят микроудобрения.

Критерием необходимости подкормок служит внешний вид надземных органов и корневой системы растений. При избытке азота вытягивается черешок листа. Корни должны иметь белый или светло-кремовый цвет. Если они потемнели, то подкормку прекращают до появления новых светлых корней.

Цинерария – двулетнее растение; культивируют на лёгких, рыхлых и влагоёмких субстратах с плотностью не выше $0,4 \text{ г/см}^3$ для посева и пикировки и $0,7 \text{ г/см}^3$ – для перевалки. Содержание органического вещества должно быть не ниже 15 %, $\text{pH}_{\text{КС1}}$ 5,6–6,8, а при выращивании на торфяном субстрате pH 5,6–6,0. Для выращивания цинерарии используют смеси, состоящие из дерновой и листовой земли, перегноя (1:1:2); из дерновой земли, перегноя, слаборазложившегося торфа (1:1:1); листовой земли, перегноя и песка (2:1:0,5). Если используют дерновую землю тяжелого гранулометрического состава, то в субстрат добавляют рыхлящие материалы – крупный песок, древесные опилки, слаборазложившийся торф.

Семена высевают в ящики с легким плодородным субстратом. Пикировку проводят через две-три недели после посева, при появлении у сеянцев первого настоящего листа. Цинерарию сажают в горшки в период, когда листья растений начнут соприкасаться.

Цинерария требовательна к условиям питания. Дозы удобрений определяют по результатам анализов субстрата. Оптимальное содержание питательных элементов в нем: N – 100–200 мг/л; P_2O_5 – 250–400; K_2O – 200–350; Ca – 250–400; Mg – 30–60 мг/л. Нижний уровень содержания питательных элементов в субстрате поддерживают после укоренения саженцев и растений в горшках, верхний – при оптимальных условиях развития растений, о чем можно судить по содержанию питательных элементов в листьях: N – 2,8–4,0 %; P_2O_5 – 1,2–1,5; K_2O – 4–5; Ca – 1,2–1,5; Mg – 0,5–0,7 %. При содержании питательных элементов на 20–25 % ниже оптимального необходимы регулярные подкормки. Допустимая концентрация питательного раствора в подкормках зависит от состава субстрата. На гумусированных субстратах с плотностью до $0,5 \text{ г/см}^3$ применяют 0,2 % растворы, а на более тяжелых минерализованных – 0,15 %. Подкормки повторяют с интервалом 10–15 дней в соответствии с данными агрохимического анализа. При появлении над поверхностью листьев бутонов интервал между подкормками увеличивают. Цинерарию подкармливают регулярно в течение всего периода выращивания, за исключением 5–6-недельного зимнего периода охлаждения.

Цинерарию можно выращивать методом гидропоники, используя инертные субстраты (вермикулит с песком, перлит) с содержанием 150–250 мг/л азота, 100–200 – фосфора, 250–400 – калия, 30–40 мг/л магния. Для этого в раствор вносят 200–380 г/м^3 аммонийной селитры, 220–450 – двойного суперфосфата, 550–900 – калийной селитры и 300–400 г/м^3 сульфата магния. Такой же состав удобрений применяют и для подкормок при почвенной культуре.

5. УДОБРЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ И ПЛАНТАЦИЙ

В лесном хозяйстве основным объектом применения удобрений являются лесные питомники, лесосеменные плантации и постоянные лесосеменные участки.

5.1. Применение удобрений в лесных питомниках

Применение удобрений в лесных питомниках направлено на увеличение выхода стандартного посадочного материала с единицы площади в посевном и школьном отделениях питомников, сокращение сроков его выращивания. Система применения удобрений состоит из следующих приемов: основное удобрение, вносимое в паровые поля под глубокую вспашку; предпосевное – примерно за 2 недели до посева или припосевное внесение в период посева семян; корневые и некорневые подкормки сеянцев и саженцев макро- и микроэлементами.

Удобрения в паровых полях. Для окультуривания парового поля осенью проводят глубокую вспашку плантажным плугом. При этом вносят от 40 до 80 т/га органических удобрений (в зависимости от типа почв) и фосфорно–калийные удобрения в норме $P_{60-120}K_{60-120}$ (в зависимости от агрохимических свойств почвы). На кислых почвах следует проводить известкование. Для этих целей применяют известковые туфы, озерную известь, мергель, торфо-туфы, природную доломитовую муку. Норму известки устанавливают по гидролитической кислотности почвы.

Удобрения в посевах первого года. В год посева семян при выращивании сеянцев первого года применяют предпосевное удобрение и корневые подкормки. Для предпосевного внесения пригодны навозная жижа, аммонийная селитра, кальциевая селитра, калийная селитра, хлористый калий и суперфосфаты. Нормы внесения минеральных удобрений приведены в таблице 212 (Зеликов В.Д., Мальцев Г.И., 1986). В качестве припосевного удобрения используют гранулированный суперфосфат в количестве 15–20 кг/га под хвойные породы и 20–30 кг/га под лиственные.

В подкормки используют мочевины, аммонийную селитру, хлористый калий, аммофос и диаммофос, калийную селитру, нитрофос и нитрофоски. Подкормки азотными удобрениями рекомендуется проводить в дозах 20–40 кг/га д. в. Первую подкормку проводят после появления массовых всходов, последующие через 2–3 недели.

Удобрения в посевах второго года. Для сеянцев второго года выращивания применяют корневые подкормки азотом. Первую подкормку проводят ранней весной, сразу после таяния снега, вторую – спустя 3–4 недели в дозе N_{30-40} . На почвах легкого гранулометрического состава, где существует угроза вымывания калия из корнеобитаемого слоя, проводят весеннюю подкормку калийными удобрениями из расчета K_{40-60} . Подкормку фосфорными удобрениями проводят лишь в случаях, когда не было внесено основное фосфорное удобрение, а результаты агрохимического обследования свидетельствуют о низкой обеспеченности почв этим элементом.

Таблица 212 – Нормы внесения минеральных удобрений на период
выращивания посадочного материала

Почвы	Породы	Норма удобрений, кг/га д. в.							
		азотных с учетом содержания гумуса в почве, %			фосфорных с учетом обеспеченности почвы подвижным фосфором		калийных с учетом обеспеченности почвы калием		
		<2	2–4	>4	низкая	средняя	высокая	низкая	средняя
Подзолистые, дерново-подзолистые	хвойные	120–150	100–120	80–100	140–180	100–120	15–20 (в рядки)	120–140	90–100
Сероземы; черноземы оподзоленные и выщелоченные*	хвойные	–	90–110	60–90	120–150	90–120	15–20 (в рядки)	90–100	70–80
	лиственные	–	60–80	50–60	100–120	80–100	20–30 (в рядки)	80–90	50–60
Типичные, обыкновенные южные черноземы*	хвойные	–	120–140	100–120	120–140	90–120		80–100	60–70
	лиственные	–	100–120	80–100	100–120	80–100		80–100	60–70
Каштановые*	лиственные	–	80–100	60–80	80–100	60–80		70–80	50–60

*Примечание: Содержание гумуса выше 2 %

5.2. Применение удобрений в лесных культурах, на лесосеменных плантациях и постоянных лесных участках

В лесных культурах применяют минеральные удобрения, позволяющие повысить приживаемость саженцев и интенсивность их роста. При создании лесных культур фосфорные (P_{150–200}) и калийные (K₁₀₀) удобрения вносят осенью при подготовке почвы и заделывают их на глубину вспашки в зону распространения основной массы корней. Азотные удобрения (N₁₀₀) вносят на второй–третий год после посадки при корневых подкормках. Повторные подкормки азотными удобрениями проводят через 5 лет из расчета N₂₀₀.

На всех типах почв вносят микроэлементы в дозах: молибден – 1 кг/га д. в., кобальт – 2, цинк – 5, бор – 1–2, медь – 5, марганец – 20 кг/га д. в.

Фосфорные и калийные удобрения при создании лесосеменных плантаций целесообразно вносить до посадки семян или саженцев, а на постоянных лесосеменных участках — после формирования коридоров достаточной ширины с применением разбрасывателей удобрений и последующей заделкой их плугами или тяжелыми дисковыми боронами.

На лесосеменных плантациях и постоянных лесосеменных участках эффективно выращивание сидератов. В качестве сидеральной культуры используют горчицу, вико-овсяную смесь, пелюшку, вигну и донник белый.

6. УДОБРЕНИЕ ВОДОЕМОВ И РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ

Разведение растительноядных рыб в водоемах и рисовых оросительных системах позволяет получить в хозяйствах дополнительно ценные пищевые продукты питания с незначительными затратами.

Рыбопродуктивность водоемов складывается из трех связанных между собой звеньев: первичной, промежуточной и конечной продукции водоема. Первичной продукцией в водоемах являются растения, в основном фитопланктон, т. е. совокупность свободно плавающих растительных организмов. Превращение питательных веществ завершается получением конечной продукции – рыбы, потребляющей промежуточную продукцию в виде зоопланктона (совокупность животных, населяющих водоем и пассивно переносимых течением) и бентоса (совокупность животных и растений, обитающих на грунте и в грунте водоема).

На все жизненные процессы рыб влияет внешняя среда. Под внешней средой для рыб понимают воду вместе с растениями и животными. Ихтиофауна водоема (совокупность всех рыб водоема) во многом зависит от факторов окружающей среды, действующих на организм рыбы, в частности, от площади и глубины водоема, характеристики грунта водоема, от населяющих водоем микроорганизмов, растений и животных, а также от гидрохимического и термического режимов. Химический состав воды зависит от поступления минеральных и органических удобрений, проточности воды, качества грунта и метеорологических условий.

Биогенные элементы попадают в водоемы и рисовые чеки с водами, поступающими по каналам, и в результате минерализации органических веществ самих водоемов. Тестом о наличии биогенных элементов в рыбохозяйственных водоемах является азот в форме отдельных соединений, таких как азот белковый, азот аммонийный, в форме солей азотистой (нитритов) и азотной кислот, ионов аммония и аммиака, азота органических соединений. По содержанию общего азота возможно определить качество воды и прогнозировать ее изменения в зависимости от сочетания других показателей среды, от которых зависит переход одной формы соединения азота в другую. Соединения азота, в первую очередь нитриты, нитраты и аммонийный азот, используются растениями для построения клеток.

Рыбы и водные организмы в процессе своей жизнедеятельности выделяют аммиак, а отмершие зоо- и фитопланктон являются источниками белкового азота. После отмирания растений и животных в результате разложения органических веществ белковый азот переходит в аммонийную форму, а затем в нитриты и нитраты. Оптимальное содержание азота в воде рыбоводных прудов 1–2 мг/л.

Содержание фосфора и калия в воде прудов имеет большое значение в повышении их рыбопродуктивности. Принято считать благо-

приятным содержанием растворимых соединений фосфора до 1 мг/л (в расчете на P_2O_5). Содержание фосфора выше 5 мг/л свидетельствует о сильном загрязнении водоема. Степень загрязнения водоема характеризуется большим избытком в воде хлоридов и сульфатов. Хлориды органического (моча, сточные воды) и минерального (солончаки, гипс) происхождения снижают в воде содержание кислорода, что отрицательно сказывается на жизни рыб. Качество воды рыбоводных прудов в значительной степени зависит от содержания железа. В воде железо содержится в виде двух- и трехвалентных соединений. При развитии восстановительных процессов трехвалентное железо переходит в растворимые двухвалентные соединения, которые при окислении осаждаются в виде рыже-бурого осадка, что особенно наглядно видно на мелкозатапливаемых водоемах (рисовые чеки, поля фильтрации сахарных заводов, торфяные карьеры) в прибрежных зонах. При большой концентрации двухвалентного железа в воде оно оседает на жабрах рыб, тем самым вызывает их удушье и гибель.

Перед внесением удобрений водоем известкуют из расчета 1–2 ц/га извести, удаляют «жесткую» растительность (камыш озерный, клубнекамыш, рогоз). Удобрения вносят летом равномерно по поверхности водоема.

Наилучший вид удобрений – органические, они содержат почти все элементы питания, необходимые для развития водных растений и животных. Из органических удобрений лучшие – перепревший навоз: свиной, коровий, овечий и птичий, а также компост, навозная жижа, фекалии. Навоз вносят в почву, запахивая его осенью или весной перед наполнением водоема, на глубину не более 15 см. Хорошие результаты дает раскладывание навоза небольшими кучами по урезу воды в количестве 150–200 ц/га. Навозную жижу вносят небольшими дозами через 8–10 дней. Хорошие результаты дает зеленое удобрение, т. е. засев лужа осушенного водоема вико-овсяной смесью, люпином, донником или клевером. Это дает возможность получить сено и повысить продуктивность водоема. Можно молодые всходы посеянных культур заливать водой, при этом они быстро разлагаются, и в водоеме происходит массовое развитие мелких животных и растений, служащих пищей для рыб. Во время разложения всходов, в течение 10–12 дней, рыбу запускать в водоем не рекомендуется.

Из минеральных удобрений, в первую очередь, рекомендуется применять фосфорные, которые способствуют развитию фито- и зоопланктона – пищи для рыб. Фосфор необходим для построения скелета рыб, расходуется при мышечной и нервной деятельности, входит в состав плазмы крови. Ионы фосфора проникают в тело рыбы через кожные покровы, ротовую полость и жабры. В фосфорных удобрениях нуждаются почти все виды почв, но особенно супесчаные, глинистые, суглинистые, торфяные, подзолистые. Из фосфорных удобрений наиболее пригодны: суперфосфат, фосфоритная мука, костная мука, преципитат; ориентировочная норма их внесения P_{20-30} . Кроме фосфорных удоб-

рений, в водоем полезно вносить азотные, т. к. азот необходим для развития растений и микроорганизмов, служащих пищей водным беспозвоночным животным, которыми питаются рыбы. Наилучший эффект азотные удобрения дают в сочетании с фосфорными и калийными. Из азотных удобрений применяют: сульфат аммония, аммонийную селитру, мочевины; ориентировочная норма внесения N_{4-5} . Удобрения разводят водой и разбрызгивают по водоему, на мелководные участки меньше, на глубоководные – больше. Не менее важны для водоема калийные удобрения, которые также необходимы для развития флоры и фауны. Большинство водоемов содержат достаточное количество калия, но песчаные и кислые почвы бедны этим элементом. На обилие калия указывают заросли элодеи («водяной чумы»), стрелолиста, водокраса (лягушатника), частухи. При его недостатке растения принимают желтобурую окраску, и листья становятся коричневыми. В качестве калийных удобрений применяют сильвинит, каинит, хлористый калий и сернокислый калий; норма внесения в водоемы – K_{30-100} . Калийные удобрения рекомендуется вносить вместе с фосфорными туками небольшими дозами и только в те водоемы, в которых недостает калия.

При удобрении водоемов следует учитывать, что действие их может продолжаться несколько лет. Эффективность удобрений водоемов зависит от наличия в них «жесткой» растительности и техники ведения рыбного хозяйства. Необходимо вести борьбу с чрезмерным развитием такой водной растительности, особенно сильно развивающейся под влиянием удобрений. Избыток такой растительности резко снижает эффективность удобрений. В удобряемых водоемах вода должна быть стоячей или иметь слабую проточность, при сильной проточности удобрения выносятся из водоема, и при высокой скорости фильтрации через дно удобрения перемещаются в глубокие почвенные слои и становятся недоступными обитателям водоемов.

Для внесения минеральных удобрений и извести в водоемы по воде, а также для порционной раздачи тестообразного корма пользуются катамаранами. Для внесения раствора минеральных удобрений в небольшие водоемы применяют опрыскиватель ОСШ-15. Осушенное ложе удобряют при помощи разбросной сеялки с самозагрузкой типа СТС-15 (Исаев А.И., 1968; Шишкин В.К., Серeda М.В., 1999).

7. УДОБРЕНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Окружающая среда – это целостная система взаимосвязанных природных и антропогенных объектов и явлений, в которой протекает жизнь человеческого общества. Проблема охраны окружающей среды стала особенно актуальной на рубеже XX–XXI вв. из-за резкого возрастания техногенной нагрузки на среду обитания. В наступившем XXI в. эта проблема будет стоять в одном ряду с сохранением мира и экономическим развитием общества. Для выработки природоохранных мероприятий эта проблема рассматривается на глобальном, региональном и местном уровнях.

Система человек–окружающая среда – очень сложная, с бесконечным множеством прямых и обратных связей. Разумное регулирование ее состояния зависит от знания всех компонентов, составляющих ее, закономерностей экологического равновесия и круговорота веществ. В природе различают два типа круговорота веществ: геологический и биологический. Последний лежит в основе сельскохозяйственного производства. При этом, чем выше культура земледелия, тем меньше элементов питания теряется в биологическом круговороте. Интенсификация земледелия привела к вовлечению в него значительного количества средств. Использование этих средств должно быть грамотным, рациональным и увязанным с охраной окружающей среды.

В мировой практике в качестве одного из основных рычагов повышения урожайности сельскохозяйственных культур используются минеральные удобрения. За счет их применения обеспечивается не менее 50 % прироста урожая. Успехи агрохимии, с одной стороны, позволили в сравнительно короткий срок существенно поднять урожайность сельскохозяйственных культур. Однако, с другой стороны, их применение вызвало массу новых проблем, связанных с процессами загрязнения* биосферы и, в конечном счете, отрицательным воздействием на человека. Справедливости ради следует отметить, что минеральные удобрения при научно обоснованном их применении не являются существенным фактором загрязнения окружающей среды. Однако полностью исключить негативное влияние их на биосферу нельзя.

Загрязнение природной среды удобрениями происходит по следующим причинам: 1) несовершенство технологии транспортировки, хранения, тукосмешивания и внесения удобрений; 2) нарушение норм и сроков их применения; 3) водная и ветровая эрозия почв; 4) несовершенство качества минеральных удобрений; 5) интенсивное использование промышленных и бытовых отходов в качестве удобрений без контроля их химического состава.

* Загрязнение – это нежелательное изменение физических, химических или биологических свойств воздуха, земли и воды, которое может сейчас или в будущем оказывать неблагоприятное воздействие на природу, производственные процессы, условия жизни человека, истощать или портить его сырьевые ресурсы. Загрязнители – это остатки того, что человек производит, использует или выбрасывает.

Потери отдельных питательных элементов в результате эрозии почвы бывают различными в зависимости от характера использования сельскохозяйственных угодий, крутизны склонов и интенсивности орошения. Недобор урожая из-за вымывания питательных веществ на слабосмытых почвах составляет 10–12 %, на среднесмытых – 30–50, а на сильносмытых – 60–80 %. В связи с этим постоянное увеличение объемов применения удобрений требует более детального представления о превращениях питательных элементов. Установлено, что вымывание из почвы катионов подчиняется следующей закономерности: $\text{NH}_4 > \text{Na} > \text{K} > \text{Mg} < \text{Ca}$, анионов – $\text{Cl} \geq \text{NO}_3 > \text{PO}_4$. Потери удобрений при транспортировке, хранении и внесении в почву достигают 10–15 %. Из-за несовершенства самих удобрений и нарушения технологии их применения ежегодно с одного гектара пашни теряется 80–110 кг азота, 5–10 фосфора и 60–70 кг калия. В среднем по сельскохозяйственным культурам усвоение растениями из удобрений азота составляет 40–50 %, фосфора 10–20, калия 50–60 %.

Одной из причин таких низких коэффициентов использования удобрений является их неравномерное распределение по площади поля. При неравномерном их внесении одни растения получают избыточное, а другие недостаточное количество питательных веществ, что приводит к неодинаковым темпам развития и созревания растений, снижению урожая и качества продукции, причем, чем концентрированное удобрение, тем выше потери урожая. Особенно неудовлетворительно вносятся смеси, приготовленные из удобрений с неоднородным гранулометрическим составом. Оптимальный, с точки зрения усвоения питательных веществ, размер гранул минеральных удобрений находится в пределах 1,5–3 мм. Такие гранулы удобны при распределении их и туковыми сеялками, и разбрасывателями.

В системе применения удобрений важно правильно определить нормы и соотношения питательных элементов, выбрать оптимальные формы удобрений, сроки и способы их внесения. Избыточное, несбалансированное, с нарушением правил агротехники внесение удобрений снижает урожай, ухудшает его качество, вызывает заболевания культурных растений, делает растениеводческую продукцию опасной для животных и человека. Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратного азота в кормах составляет 0,25 % сухой массы. Содержание в них калия свыше 3 % вредит животным и человеку. Чрезмерно высокие нормы удобрений могут привести к загрязнению поверхностных и грунтовых вод, аккумуляции в них нитратов, нитритов, сульфатов, хлоридов и тяжелых металлов в концентрациях, превышающих предельно допустимую (табл. 213; Ионас В.А., Вильдфлуш И.Р., Кукреш С.П., 1998).

Чрезмерное повышение концентрации питательных веществ в водоемах вызывает усиленное размножение планктона, разрастание прибрежной флоры, что постепенно приводит к сокращению площади зеркала водной поверхности, обмелению, заилению, а также гибели водных организмов из-за дефицита растворенного в воде кислорода.

Таблица 213 – Предельно допустимая концентрация вредных веществ в природных водах, мг/л

Вещество*	Хозяйственно-питьевые воды	Рыбохозяйственные водоемы
Аммиак	2,0	0,005
Анилин	0,1	0,0001
Бор	0,5	0,1
Медь	1,0	0,004
Молибден	0,25	0,0012
Мочевина	0,1	80
Мышьяк	0,05	0,05
Нитраты	45	40
Нитриты	3,3	0,08
Сульфаты	500	100
Хлориды	350	30
Циклогексанол	0,5	0,001
Циклогексанон	0,2	0,0005
Цинк	1,0	0,01

*Дополнено А.Х. Шеудженом

Опасность загрязнения окружающей среды в значительной степени зависит от вида удобрений.

7.1. Азот и окружающая среда

Азотным удобрениям принадлежит ведущая роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. При их внесении усиливается рост не только надземных органов растений, но и корневой системы. Это сопровождается, в свою очередь, накоплением в почве большого количества корневых остатков, которые обогащают ее органическим веществом, способствуют разрыхлению и улучшению водно-физических свойств. В то же время, при несбалансированном применении азотные удобрения могут воздействовать на агроэкосистему и в нежелательном направлении. Все формы азотных удобрений в почве трансформируются в нитраты. Эта самая опасная форма в смысле загрязнения окружающей среды. Нитраты не поглощаются почвой и свободно перемещаются по ее профилю с гравитационной и капиллярной водой. Нитраты – неперенный атрибут круговорота азота в природе, необходимая часть азотного питания растений. Они были, есть и будут, даже если полностью отказаться от применения удобрений. Главное, чтобы содержание нитратов в воде и продуктах питания не превышало ПДК (табл. 214; Титова В.И., Бусоргин В.Г., Шафранов О.Д. и др., 2005). Накопление нитратов в растениях может быть вызвано торможением биосинтеза сложных органических соединений. Скорость их образования зависит от освещения, сбалансированности минерального питания, а также от стрессовых факторов – мороз, засуха, сильное затемнение. Чем менее благоприятнее климатические условия, тем большая возможность накопления в растениях нитратов до токсического уровня от применения высоких норм удобрений.

Таблица 214 – Предельно допустимая концентрация нитратов в растительной продукции, мг/кг

Продукция	Открытый грунт	Защищенный грунт
Картофель	250	–
Капуста кочанная: ранняя	900	–
поздняя	500	–
Томаты	150	300
Огурцы	150	400
Свекла столовая	1400	–
Морковь: ранняя	400	400
поздняя	250	–
Лук репчатый	80	–
Лук на перо	600	800
Листовые овощи	2000	3000
Перец сладкий	200	400
Кабачки	400	400
Яблоки, груши	60	–
Дыни	90	–
Арбузы	60	–
Виноград	60	–

Максимальное количество нитратов, не причиняющее вред человеку, составляет 5 мг/кг массы тела. Попадая с пищей и питьевой водой в организм животных и человека, нитраты после соответствующих превращений – нитриты, нитрозоамины, нитрозоамиды – переводят двухвалентное железо, содержащееся в гемоглобине крови, в трехвалентное. Образующееся при этом соединение – метгемоглобин не способно к переносу кислорода. В результате происходит ухудшение снабжения организма кислородом. От недостатка последнего человек чувствует удушье, становится вялым, кожа приобретает голубоватый оттенок, интенсивность дыхания и число ударов сердца в минуту увеличиваются. Пороговой дозой нитрит-иона, вызывающей достоверное повышение концентрации метгемоглобина в крови человека, является примерно 0,05 мг/кг массы тела. При замещении 20 % гемоглобина у людей наблюдается анемия, а при замещении 80 % наступает летальный исход. У крупного рогатого скота при избытке нитратов в питьевой воде или в корме наблюдается увеличение абортных, снижение молочной продуктивности, неподвижность, хромота. В целях охраны здоровья населения Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) установлены нормы по потреблению нитратов и нитритов, которые не должны превышать для нитратов 200 мг, а для нитритов 10 мг/день. Предельно допустимые концентрации нитратов в питьевой воде не должны быть более 22 мг/л в умеренных широтах, а в тропиках, где потребление воды больше, 10 мг/л.

А.В. Постников (1982) рассчитал возможные в результате вымывания потери азота из пахотных почв Российской Федерации (табл. 215). Он установил, что азот вымывается из почв главным образом в районах с избыточным увлажнением и меньше – на почвах с

Таблица 215 – Вероятные потери азота из почв в результате вымывания

Экономический район, республика, область	КУ* = P/E ₀	Потери, %		Пахотные поч- вы, %		Возможные поте- ри, %	Вероятность влажных лет, %;	Вымывание с уче- том вероятной влажности лет, %	Внесено азота с удобрениями, тыс. т	Потери азота при вымывании, тыс. т	Площадь пашни, тыс. га	Потери азота, кг/га пашни
		на тяжелых почвах	на легких поч- вах	тяжелые	легкие							
Россия в целом	–	–	–	–	–	–	–	(2,85)	3156	90	131267	0,7
Нечерноземная зона	–	–	–	–	–	–	–	(5,75)	1270	73	30789	2,4
Северо-Западный	≥1,33	6	30	64	36	14,6	85	12,4	210	26	3501	7,4
Центральный	1,00–1,33	5	25	83	17	8,4	60	5,0	625	31	14571	2,1
Волго-Вятский	–	4,7	23,5	87	13	7,1	55	3,9	286	11	7571	1,5
Центрально-Черноземный:	–	–	–	–	–	–	–	(1,13)	362	4,1	10693	0,4
Курская	0,77–1,15	4,3	21,5	98	2	4,6	45	2,1	71	1,5	1968	0,8
Липецкая	0,77–1,15	4,3	21,5	98	3	4,6	45	2,1	51	1,1	1647	0,7
Тамбовская	0,77–1,15	4,3	21,5	98	2	4,6	45	2,1	69	1,5	2265	0,7
Поволжский:	–	–	–	–	–	–	–	(0,89)	462	4,1	29439	0,1
Пензенская	0,77–1,15	4,3	21,5	97	3	4,8	45	2,2	60	1,3	2528	0,5
Татарстан	0,77–1,15	4,3	21,5	84	16	7,1	45	3,2	89	2,8	3752	0,8
Уральский:	–	–	–	–	–	–	–	(2,03)	237	4,8	17572	0,3
Пермская	1,00–1,33	5	25	95	5	6,0	60	3,6	47	1,7	2061	0,8
Екатеринбургская	1,00–1,33	5	25	98	2	5,4	60	3,2	57	1,8	1531	1,2
Удмуртия	0,77–1,33	4,5	22,4	90	10	6,3	45	2,8	46	1,3	1555	0,8
Западно-Сибирский:	–	–	–	–	–	–	–	(0,95)	190	1,8	19456	0,1
Томская	1,00–1,33	5	25	99	1	5,2	60	3,1	21	0,7	671	1,0
Тюменская	0,66–1,33	4,3	21,5	93	7	5,5	45	2,5	43	1,1	1719	0,6
Дальневосточный	1,33	6	30	98	2	6,5	85	5,5	128	7	3071	2,3

КУ – коэффициент увлажнения; P – осадки; E₀ –испаряемость; цифры в скобках – усредненные данные по регионам.
 Прочерк означает, что усредненные по большим регионам показатели в расчетах не использовались.

периодически промывным режимом. При внесении азотных удобрений в избыточных количествах не только возрастают потери азота удобрений, но и отмечаются факты повышенного накопления нитратов в растениеводческой продукции и питьевой воде.

Накопление нитратов в сельхозпродукции в большой степени зависит от нормы и сроков внесения азотных удобрений, от освещенности и длины светового дня, а также времени посева семян. Доля азотных удобрений среди всех названных факторов, влияющих на накопление нитратов, составляет 50 %. Их внесение усиливает интенсивность денитрификационных процессов и приводит к улетучиванию азота. Потери азота удобрений в виде полуоксида азота могут достигать 50 %. Полуоксид азота, образуемый в результате денитрификации, способен разрушать озоновый слой атмосферы, предохраняющий поверхность Земли от прямого попадания губительных для всего живого ультрафиолетовых лучей. Окисляясь озоном, полуоксид азота присоединяет молекулу воды и образует азотную и азотистую кислоты, которые выпадают с атмосферными осадками на сушу и поверхность Мирового океана.

При внесении повышенных норм азотных удобрений, особенно физиологически кислых, усиливается миграция по профилю почвы гуминовых и фульвокислот, катионов кальция и магния, нарушается питание растений калием. Потери Ca и Mg, их миграция также увеличиваются при внесении удобрений, содержащих нитраты и хлориды. Эти анионы не удерживаются почвенным поглощающим комплексом, их вымывание сопровождается выносом из пахотного слоя почвы эквивалентного количества катионов кальция, магния и других элементов, необходимых растениям.

Высокие нормы азотных удобрений снижают использование азота почвы, подавляя азотфиксацию свободноживущими почвенными микроорганизмами и клубеньковыми бактериями. При внесении высоких норм азотных удобрений значительно усиливается минерализация природных запасов органических азотистых соединений, в результате которой могут оказаться неиспользованными избыточные количества минерального азота, образованного в результате минерализации органического вещества. Установлено, что из почвы может теряться в газообразной форме до 75 % азота, внесенного с удобрениями. Посевы сельскохозяйственных культур, имеющие несбалансированный уровень азотного питания, как правило, подвержены полеганию, сильнее поражаются болезнями и вредителями. Кроме того, необходимо отметить, что с азотными удобрениями в почву поступает определенное количество балластных веществ, в т. ч. тяжелые металлы*, такие как свинец, кадмий, медь и цинк. Таким образом, одностороннее применение азотных удобрений представляет большую опасность для окружающей среды.

Комплексная оценка процессов нитратонакопления в растениях, произведенная В.М. Назарюком (2004) показала, что их интенсивность

* Тяжелые металлы – 1) группа химических элементов имеющих плотность более 5 г/см³; 2) металлы с относительной атомной массой более 40.

обусловлена взаимодействием ряда природных и антропогенных факторов, которые можно представить в виде блок-схемы (рис. 6).

«Показатели, характеризующие процессы интенсивной аккумуляции нитратов в продукции, – пишет В.М. Назарюк (2004), – взаимосвязаны и взаимообусловлены. Природное воздействие связано с гидротермическими условиями и уровнем почвенного плодородия. Антропогенное влияние, вызывающее избыток нитратов в растениях, обусловлено отклонениями в соблюдении требований к агротехническим мероприятиям, недостаточно правильным подбором генотипа сорта для конкретных почвенно-климатических условий, недоучетом

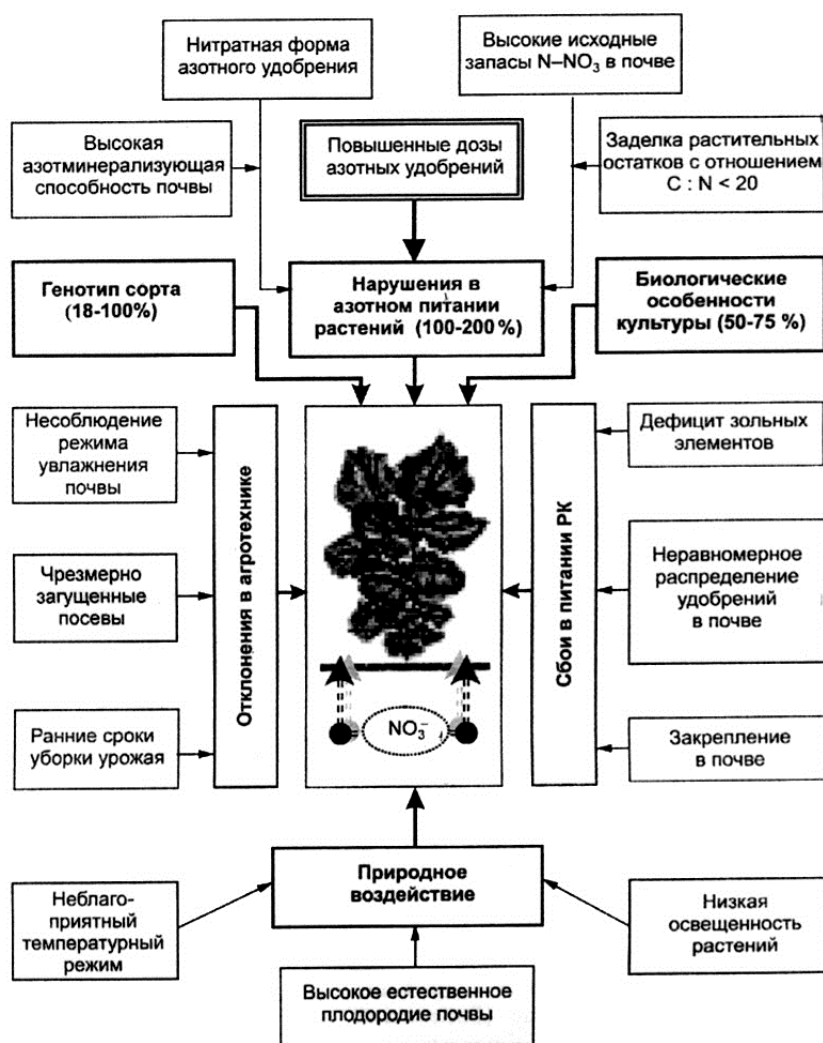


Рис. 6. Факторы, влияющие на аккумуляцию нитратов в растениях. В скобках даны изменения в содержании нитратов

биологических особенностей культуры, нарушениями в питании азотом и зольными элементами. Показатели нитратонакопления в должной мере отражают как интенсивность воздействия отдельного фактора, так и вклад главных блоков (почва, удобрение, физиологически активные вещества и сорбенты, генотип растения) в регуляцию процессов нитратонакопления в растениях. Практически все представленные на схеме антропогенные факторы, связанные с избыточным накоплением нитратов в продукции, можно в значительной степени использовать для регуляции азотного питания и, как следствие, для управления азотным обменом в растениях, чтобы не допускать ухудшения качества урожая. Наиболее сильное воздействие на аккумуляцию нитратов в продукции оказывают избыточные дозы азотных удобрений, генотип сорта и биологические особенности культуры. При этом, если культуру и сорт можно подбирать только перед посевом, то азотное питание поддается регуляции в течение всего вегетационного периода. Это позволяет оперативно вмешиваться в ход продукционного процесса растений и регулировать тем самым аккумуляцию нитратов в продукции».

7.2. Фосфор и окружающая среда

Фосфор минеральных удобрений, заделанный в почву, практически не передвигается в ней и прочно закрепляется почвенными коллоидами за счет химического и обменного поглощения. При внесении P_{35-100} содержание подвижного фосфора в почве повышается на 1 мг/100 г. Скорость его перемещения в глубь почвенного профиля не превышает 0,2–0,5 мм в год. Вынос фосфора с фильтрационными водами, как правило, находится в диапазоне 0,05–0,5 кг/га. Даже при поверхностном внесении удобрения вымывание фосфора незначительно и не превышает 1 % внесенной нормы. Систематическое внесение фосфорных удобрений приводит к накоплению в почве остаточных фосфатов в усвояемой форме в среднем 22,6 % от внесенного количества фосфорных удобрений. Значительная часть этого элемента все же попадает в водоемы с твердыми почвенными частицами со сбросными и фильтрационными водами, вызывая еще более усиленную эвтрофикацию водоемов, чем азот.

Наиболее нежелательным последствием эвтрофикации является чрезмерное развитие водорослей в водоемах. Цветение воды в результате бурного развития водорослей возникает тогда, когда в воде концентрация фосфора превышает 0,1 мг/л. Экологические последствия загрязнения водоемов фосфором не ограничиваются лишь их эвтрофикацией. Фосфор, образуя лигандные комплексы, вовлекает в круговорот многие тяжелые металлы, повышение мобильности которых приводит к загрязнению природных вод. Присутствие полифосфатов в почве и воде сильно осложняет химическую очистку последних, сдвигая динамическое равновесие в сторону увеличения растворимости фосфорсодержащих соединений, что является фактором, затрудняющим осаждение естественным путем фосфорных солей в водоемах.

Внесение фосфорных удобрений может способствовать значительному увеличению содержания в почве подвижных форм марганца, цинка, свинца и других элементов (табл. 216; Кореньков Д.А., 1985).

Таблица 216 – Влияние фосфорных удобрений на содержание подвижных форм элементов в почве

Элемент	Содержание в водной вытяжке, мг/кг почвы		
	без удобрений	суперфосфат простой	суперфосфат двойной
Кальций	150000	80000	81000
Марганец	300	670	760
Железо	17000	3800	3900
Цинк	83	220	320
Барий	22	24	30
Ванадий	43	76	64
Свинец	37	51	66
Медь	16	28	20

Увеличение количества подвижных форм элементов в почве может привести к большему их поглощению культурными растениями. Совершенно очевидно, что доля этих элементов, в первую очередь тяжелых металлов, вносимых с фосфорными удобрениями, весьма незначительна. Одной из возможных причин увеличения подвижности макро– и микроэлементов в почве при систематическом применении простого и двойного суперфосфата может быть растворяющее действие остатков неорганических кислот, входящих в состав этих удобрений. Так, под влиянием фтора и фосфат-ионов может увеличиваться подвижность меди, марганца и железа.

Токсичность фосфора для человека зависит от соотношения Са:Р и считается безвредным, если величина этого соотношения составляет 1:1–1,5. Избыток фосфора может вызвать различные заболевания. Внесение фосфорных удобрений представляет опасность и в связи с наличием ряда радиоактивных элементов в качестве примесей. С суперфосфатом в почву вносятся в виде примесей мышьяк, кадмий, свинец, фтор, уран, радий, селен, торий, стронций, которые должны рассматриваться как потенциальные источники загрязнения окружающей среды и строго учитываться при внесении в почву удобрений (табл. 217; Рамад Ф., 1981).

Таблица 217 – Содержание балластных элементов в суперфосфатах, мг/кг

Элемент	Содержание	Элемент	Содержание
Мышьяк	1,2–2,2	Свинец	7–92
Кадмий	50–170	Никель	7–32
Хром	66–243	Селен	0–4,5
Кобальт	0–9	Ванадий	20–180
Медь	4–79	Цинк	50–1430

Токсичные элементы попадают в минеральные удобрения главным образом с сырьем для их производства, а также частично загрязняют их в технологическом процессе. В 1 т суперфосфата содержится около 15 кг фтора, который находится в растворимой форме и легко поступает в растение. Увеличение содержания фтора вызывает торможение фотосинтеза, процессов дыхания и роста, нарушает структуру ассимиляционного аппарата. Предельно допустимая концентрация фтора в почве – 3 мг/кг. При содержании в питьевой воде 2 мг/л этого элемента у человека повреждается эмаль зубов и возникает флюороз костей. При внесении фосфорных удобрений нельзя не учитывать и его антагонистические взаимоотношения со многими элементами минерального питания растений. Он связывает в почве цинк, медь и кобальт в недоступные для растений соединения.

7.3. Калий и окружающая среда

Калий удобрений сравнительно быстро поглощается почвенными коллоидами и не оказывает вредного влияния на окружающую среду. Тем не менее, калийные удобрения должны также использоваться с большой осторожностью. К нежелательным последствиям их применения следует отнести калиево-натриевое и сульфатно-хлоридное засоление и подкисление почвы, нарушение физиологической уравниваемости почвенного раствора и баланса таких элементов, как кальций, магний, натрий и бор. Неправильное использование концентрированных калийных удобрений может вызвать натрий-магний-кальциевое голодание растений, выщелачивание кальция и деструкцию почвы. Кроме того, внесение калийных удобрений может оказывать косвенное влияние на процесс нитрификации, изменяя поглощение почвой аммония. Удобрения – главный источник загрязнения водоемов калием. Размеры потерь этого элемента с фильтрационными водами составляют 10–20 кг/га, а средние величины вымывания калия из почвы – 20–25 кг/га.

Калий не вызывает эвтрофикации водоемов. Однако практически все калийные удобрения, применяемые в сельском хозяйстве, являются хлорсодержащими, а присутствие большого количества хлора в почве нежелательно из-за возможного образования хлорорганических соединений. Одновременно с внесением хлористого калия из расчета K_{45-60} в почву поступает 30–35 кг/га хлора. По данным многолетнего опыта Д.Н. Прянишникова, величина вымывания хлора, внесенного с хлористым калием, при ежегодной норме этого удобрения 100 кг/га д.в. составляет 60 кг/га. При внесении в почву 60 кг/га д.в. хлористого калия растения поглощают примерно 10 кг/га хлора, а остальное его количество вымывается в дренажные воды. Вместе с тем, ПДК этого элемента в местах водоснабжения установлена на уровне 0,25–0,5 мг/л. Кроме того, избыточное внесение калийных удобрений нарушает баланс Mg, Na, Ca и B в почве, что, в свою очередь, может отрицательно сказаться на питании растений риса этими элементами.

7.4. Органические удобрения и окружающая среда

Органические удобрения являются необходимым элементом современного сельскохозяйственного производства. Они способствуют уменьшению дегумификации почвы, а в сочетании с посевом многолетних трав – созданию бездефицитного баланса гумуса. Вместе с тем их применение активно влияет на биогеохимические циклы обмена веществ и на экологическое равновесие природных систем.

В состав органических удобрений, помимо питательных веществ, входят около 0,08–0,6 % соды, нитрозамины, вирусы, бактерии, личинки и яйца гельминтов и других микроорганизмов, в т. ч. и возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных (табл. 218; Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Попов П.Д., 1987).

Таблица 218– Содержание микроорганизмов в жидком навозе, клеток/мл

Микроорганизмы	Навоз	
	свиней	крупного рогатого скота
Бактерии: аэробные	$10^6-7,5 \cdot 10^7$	$3,4 \cdot 10^6-4 \cdot 10^6$
анаэробные	$10^7-2 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^7-2 \cdot 10^{12}$
Колиформы	$10^4-3,8 \cdot 10^6$	$10^3-3 \cdot 10^5$
Энтерококки	$10-1,2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6-7 \cdot 10^5$
Стафилококки	$10^{10}-10^{12}$	10^5-10^7
Клостридии	$1,8 \cdot 10^{12}-4 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^2-1,6 \cdot 10^4$
Сальмонеллы	в большинстве случаев	в большинстве случаев

Возбудители болезней животных и человека сохраняются в навозе и помете летом от 7 до 20 дней, в осенне-зимний период от 19 до 60 дней. Разбавление навоза водой приводит к увеличению периода их выживаемости более чем в 3 раза по сравнению с сохраняемостью в компактной массе навоза. Яйца гельминтов в жидком навозе, заложенном в отстойниках открытого типа в октябре–ноябре, сохраняют жизнеспособность 12 мес и более, а в навозе весеннее–летнего периода – 4–5 мес. В связи с этим необходимо постоянно обеззараживать получаемый навоз.

С экологической точки зрения чрезвычайно важным является вопрос о количестве вносимых органических удобрений. При систематическом применении жидкого навоза крупного рогатого скота нормы его не должны превышать 30–35 м³/га, свиного – 20–25 и птичьего помета 15–20 м³/га. С жидким навозом должно вноситься не более 200 кг/га азота. При внесении избыточного количества животноводческих стоков в почву усиливается накопление ионов аммония, хлора, сульфат-ионов, значительно повышается концентрация одновалентных катионов, что может способствовать ее засолению. Легкоподвижные формы азота, содержащиеся в навозе, легко вымываются и улетучиваются из почвы, вызывая загрязнение грунтовых вод и атмосферы. Избыток фосфатов приводит к переходу содержащегося в почве железа в недоступное для растений состояние. Избыточное поступление с навозом калия блокирует

усвоение растениями магния. При длительном использовании для удобрения осадков сточных вод в почве накапливаются тяжелые металлы, которые в больших количествах не только ухудшают условия роста и развития растений, но и накапливаются в урожае, снижая его качество.

Продукты распада навоза и птичьего помета вызывают аллергические и сердечные заболевания, воспаление слизистых оболочек у людей и животных. При большом разрыве между внесением и заделкой органических удобрений в атмосферу выделяется аммиак, сероводород, органическая пыль, которые, попадая в воздух, распространяются в радиусе более 3–4 км. Поэтому, для уменьшения вредного воздействия требуется строгое соблюдение установленных технологических операций.

Наиболее существенными нарушениями технологии использования органических удобрений В.Г. Минеев (2004) считает:

- недостаточное использование подстилочных материалов и несовершенство систем навозоудаления, что не только в 1,5-2 раза уменьшает выход высококачественных органических удобрений, но и приводит к потерям жидких фракций;

- неравномерное внесение навоза и компостов;

- нарушение соотношения численности животных и удобряемой площади, что ведет к избыточному удобрению полей, загрязнению окружающей среды;

- недостаток при животноводческих комплексах ирригационно-подготовленных площадей для использования животноводческих стоков (при гидросмыве) и жидкой фракции бесподстилочного навоза на орошение, а также слабое развитие трубопроводного транспорта и полевых навозохранилищ, что значительно повышает эксплуатационные затраты по сравнению с использованием мобильных средств, возрастают и потери навоза;

- недооценка использования бесподстилочного навоза в сочетании с измельченной и рассеянной по полю во время уборки зерновых соломой и сидерацией полей.

7.5. Микроэлементы и окружающая среда

Микроэлементы являются неотъемлемой частью биосферы. Они в незначительных количествах необходимы для всех без исключения растений, животных и человека. Вместе с тем, микроэлементы занимают особое место среди загрязнителей, т. к. они в разной степени, но хорошо адсорбируются почвенными коллоидами в пахотном слое почвы, особенно при высокой гумусированности и тяжелом гранулометрическом составе. Предельно допустимая концентрация микроэлементов в почвах представлена в таблице 219 (Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., 1996).

Большинство микроэлементов являются тяжелыми металлами. Их соединения довольно устойчивы и долго сохраняют свои токсические свойства, поэтому важно знать темпы накопления микроэлементов в почве, размеры их поступления в растения и факторы, усиливающие эти процессы. Накоплению микроэлементов в почвах могут способство-

вать: 1) применение органических удобрений с ферм, где в корм животных добавляют микроэлементы; 2) использование в качестве удобрений промышленных, городских и бытовых отходов без систематического и тщательного контроля их химического состава; 3) нарушение технологии применения микроудобрений; 4) несовершенство качества и свойств микроудобрений. При накоплении в почве в значительных количествах они оказывают токсическое действие на растения, а через них по пищевой цепи могут попасть в организм животных и человека.

Таблица 219 – Содержание микроэлементов в почвах, мг/кг

Микроэлемент	Диапазон	Наиболее часто встречающиеся концентрации	ПДК
Бор	2–100	5–30	100
Кобальт	1–50	1–10	50
Молибден	0,2–10,0	1–5	10
Цинк	10–300	10–50	300
Марганец	30–3000	400–2000	3000
Медь	2–100	5–20	100

В основе токсического действия избыточных концентраций микроэлементов-металлов на растения лежит их денатурирующее действие на метаболически важные белки. Так как каталитическая и регуляторная роль белков для метаболической системы организмов является всеобъемлющей, нарушения могут затрагивать самые различные звенья обмена веществ. Возможны перевод фосфора в недоступную для метаболизма форму труднорастворимых фосфатов тяжелых металлов, а также конкуренция тяжелых металлов с необходимым элементом минерального питания, замена на специфических переносчиках и передатчиках этого элемента в метаболической цепи, что может привести к его дефициту.

Применение микроудобрений оказывает весьма активное влияние на окружающую среду. Неправильное их использование ухудшает агрохимические свойства почвы, снижает урожай и его качество. Под воздействием тяжелых металлов, входящих в состав микроудобрений, изменяются показатели биологической активности почв. При их поступлении в почву изменяется численность и физиологическая активность отдельных групп микроорганизмов.

Тяжелые металлы могут оказать ингибирующее действие и на процесс естественного вовлечения азота в биологический круговорот – азотфиксацию. Это происходит при обоих типах азотфиксации: как симбиотической в результате угнетения жизнедеятельности азотфиксирующих клубеньковых бактерий, так и не симбиотической. Отчетливо ингибирование азотфиксации наблюдается при загрязнении тяжелыми металлами в концентрациях, в 10 и более раз превышающих фоновые. При поступлении избыточных количеств тяжелых металлов снижается ферментативная активность почвы.

Попадание микроудобрений в грунтовые и поверхностные воды может отрицательно сказаться на здоровье животных и человека.

Нарушение сбалансированности питания растений макро– и микроэлементами приводит к различным заболеваниям и ухудшению фитосанитарного состояния почвы. У микроэлементов очень узок оптимальный и безвредный интервал концентрации – в этом их опасность.

Однако полный отказ от микроэлементов приведет к резкому снижению эффективности вносимых минеральных удобрений и недобору урожая, т. к. многие почвы не содержат необходимое количество микроэлементов. Вместе с тем, им принадлежит важное место в комплексе приемов природоохранной агротехники возделывания сельскохозяйственных культур. Ингибируя процесс нитрификации и подавляя активность уреазы, микроэлементы, внесенные в оптимальных нормах, способствуют сохранению аммонийного и амидного азота в почве более продолжительное время, тем самым предохраняя от загрязнения окружающую среду нитратами и нитритами. Они, усиливая минерализацию почвенного азота, увеличивают размеры усвоения растениями экстра-азота*. Аналогичное воздействие микроэлементы оказывают на органические соединения фосфора и калия в почве. Они повышают фунгистатичность почвы и коэффициенты использования растениями азота, фосфора и калия из удобрений; увеличивают урожай и улучшают его качество.

Для снижения темпов поступления тяжелых металлов из почвы в растения можно использовать известкование почв; внесение фосфорных удобрений, поддержание положительного баланса гумуса в почве за счет внесения навоза и сидератов, применение активированных углей в качестве фильтров для предотвращения накопления тяжелых металлов в урожае.

На аккумуляцию тяжелых металлов в почвах и растениях, наряду с агрогенными, влияют природные и техногенные факторы (рис. 7; Назарюк В.М., 2004). «Почвообразующие породы разного гранулометрического состава, – пишет В.М. Назарюк (2004), сильно отличаются по степени накопления тяжелых металлов. Больше всего тяжелых металлов закрепляется в иле, значительно меньше – в пыли, особенно мало – в песке. Изменение в гранулометрическом составе почв может коренным образом изменить пул подвижных соединений тяжелых металлов и изменить темпы их накопления в растениях. Тяжелые металлы распределяются по органам растений неравномерно. Больше всего их накапливается, как правило, в корневых волосках, меньше – в корнях, еще меньше – в стеблях и особенно мало – в плодах. Значительное влияние «а распределение тяжелых металлов по органам растений оказывают биологические особенности культуры. Они влияют и на общее накопление. Среди распространенных сельскохозяйственных культур избыточным накоплением тяжелых металлов отличаются в первую очередь овощи. Аккумуляция тяжелых металлов также во многом зависит от генотипа сорта. Подбор его в соответствии с требованиями культуры, возможностями плодородия почв и условиями агротехники

* Экстра-азот – минерализованный (мобилизованный) или дополнительно усвоенный растениями азот почвы под влиянием азотных удобрений.

позволяет в значительной мере снизить накопление тяжелых металлов в растениях до экологически безопасного уровня. К наиболее значительным факторам, вызывающим загрязнение окружающей среды, относятся техногенные факторы. Улучшить коренным образом экологическую обстановку при техногенном загрязнении можно только на основе сокращения промышленных выбросов или перехода промышленного производства на безотходные технологии».

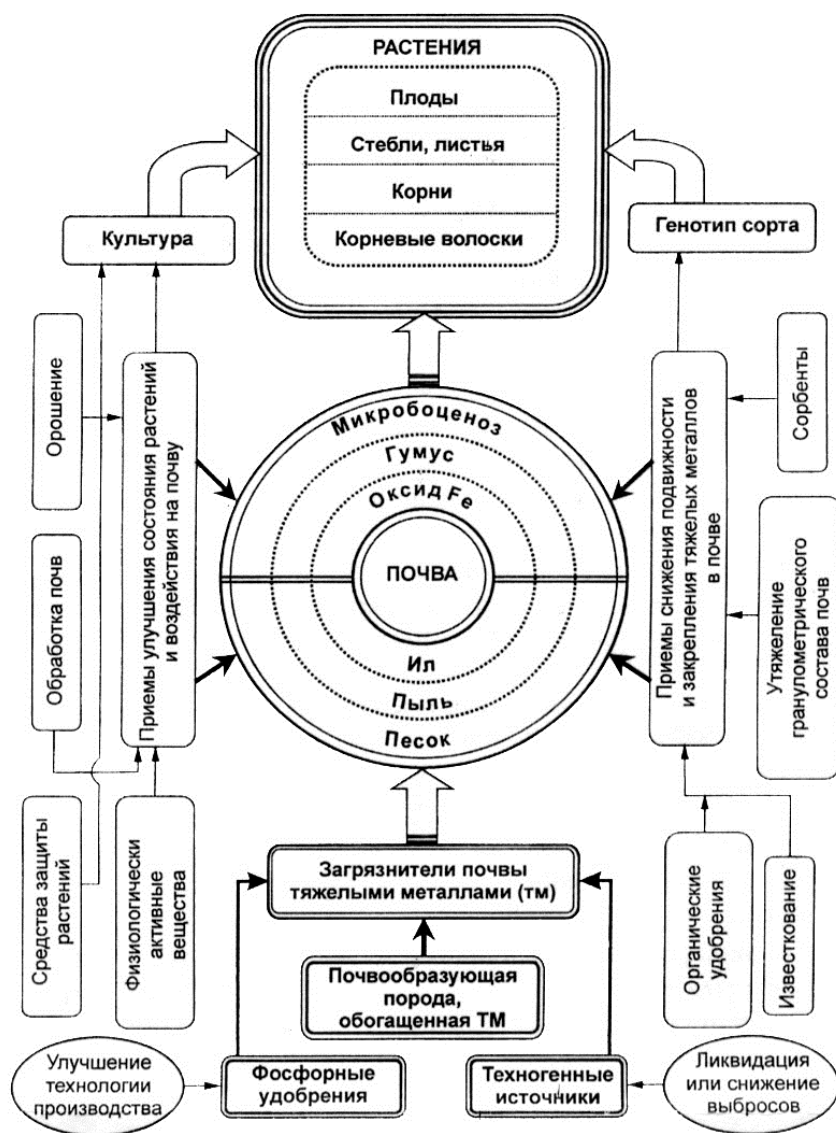


Рис. 7. Основные потоки загрязнения почв и растений тяжелыми металлами и пути их детоксикации

7.6. Пути предотвращения отрицательного воздействия удобрений на окружающую среду

Применение удобрений должно быть сбалансированным с обязательным учетом их взаимодействия с объектами окружающей среды. Предотвращению нарушения равновесия экосистемы* будет способствовать строгое соблюдение технологической дисциплины их внесения. Усилия по охране окружающей среды и рациональному использованию удобрений необходимо прилагать, начиная с их транспортировки и хранения. Поэтому, прежде всего, следует поставить заслон всем потерям от завода до поля. Большое значение имеет технология внесения удобрений. При использовании туковысевающих машин центрального типа необходимо соблюдать точное расстояние между проходами и выбирать оптимальную ширину их захвата. Выполнение этих требований способствует равномерному распределению удобрений и более полному их использованию растениями. Значительные потери удобрений наблюдаются при их внесении с помощью сельскохозяйственной авиации, так как определенная часть их сносится на дороги и в лесополосы. Для снижения этих потерь специалистами хозяйств должны быть приняты меры по обеспечению более точной сигнализации и строгого контроля за качеством работы. Важно соблюдать научно обоснованные нормы, сроки и способы внесения удобрений, а также вести подбор наиболее оптимальных в данных условиях их форм. Это позволит повысить коэффициенты использования питательных элементов растениями и снизить их непроизводительные потери. Применение высоких норм удобрений зачастую не способствует увеличению урожая и улучшению его качества, но приводит к потерям питательных веществ и снижению степени их использования.

Наибольшую опасность среди удобрений с экологической точки зрения представляют азотные. Для повышения коэффициента использования азота необходимо, после посева удобрений туковысевающими машинами, сразу же заделывать их в почву на глубину 8–10 см. Эффективность азотных удобрений значительно возрастает, если увязывать их внесение с физиологическими потребностями растений в азоте. Более рациональное использование этого элемента растениями достигается при дробном их применении. Другим, не менее важным агроприемом повышения эффективности азотных удобрений служит локальный способ их внесения. Его сущность заключается в том, что удобрение не перемешивается с почвой, а располагается на определенном расстоянии от

* Экосистема – 1) природный комплекс животных, растений и элементов среды их обитания (вода, воздух, почва), связанных между собой обменом веществ и энергии; 2) элементарная функциональная единица биосферы; система, включающая все организмы (биоценоз) на данном участке (биотопе) и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает определенную трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ внутри системы.

семян или корневой системы в виде концентрированных очагов. В результате этого в ограниченном объеме почвы возникает зона с экстремально высокой концентрацией азота, во взаимодействие с которой вступает лишь часть корневой системы растения. Локализация азота создает неблагоприятные условия для микроорганизмов, связывающих азот, и препятствует необменному поглощению его почвой. Высокая концентрация азота в местах внесения подавляет нитрификацию и способствует сокращению его потерь за счет вымывания нитратов из корнеобитаемого слоя. Благодаря этому коэффициент использования азота заметно возрастает. При фактическом равенстве вносимых вразброс и локально норм удобрений, а также ресурсов внешней среды гетерогенное распределение азота обеспечивает более дружное появление всходов, равномерное развитие растений во время вегетации и позволяет значительно повысить продуктивность сельскохозяйственных культур. Повышение коэффициента использования азота при локальном внесении дает возможность существенно снизить нормы удобрений.

К приемам, снижающим загрязнение окружающей среды нитратами и нитритами, следует отнести также применение ингибиторов нитрификации. Это химические препараты, избирательно подавляющие рост и развитие нитрифицирующих микроорганизмов, осуществляющих первый этап нитрификации – окисление аммония до нитритов. Под влиянием ингибиторов нитрификации обеспечивается консервация азота удобрений в аммонийной форме в течение 1–1,5 месяцев, в результате чего улучшается азотное питание растений в начале вегетации и повышается их продуктивность. Это позволяет уменьшить кратность внесения азотных удобрений с двух-трех до одной и получить ощутимую экономическую выгоду.

Наиболее радикальным способом повышения эффективности азота удобрений может быть замена традиционных форм – сульфата аммония, аммиачной селитры и мочевины на ультраконцентрированные, медленнодействующие, пролонгирующие азотные удобрения, способные освобождать азот со скоростью его метаболизма в растениях. Последние получают конденсацией мочевины с альдегидами или путем покрытия гранул тонкими пленками из органических (полимерных) или неорганических (элементарная сера) материалов. Заслуживает внимания удобрение почвы соломой зерновых культур. Внесение соломы снижает потери азота из минеральных удобрений благодаря закреплению в органической форме и торможению процесса нитрификации. Консервации аммонийного азота в почве способствует и внесение цеолитов. Немаловажное значение в повышении эффективности азотных удобрений имеют микроэлементы. Они участвуют в редукции нитратов и способствуют усвоению азота растением, тем самым снижая опасность загрязнения окружающей среды. Кроме того, микроэлементы тормозят гидролиз мочевины и подавляют жизнедеятельность нитрифицирующих микроорганизмов и тем самым являются в какой-то степени ингибиторами нитрификации. Одним

из возможных направлений повышения эффективности азотных удобрений является применение регуляторов роста растений. Они усиливают поглощение и обмен азота в растениях, тем самым обеспечивают более полное использование ими азота удобрений.

Максимальное использование растениями азота удобрений достигается при полном их обеспечении фосфором, калием, кальцием, магнием, серой, железом, кремнием и другими элементами минерального питания. Внесение питательных элементов в соотношениях, не отвечающих биологическим потребностям культуры, может значительно снизить эффективность вносимых азотных удобрений и явиться причиной загрязнения окружающей среды токсичными остатками. Загрязнение окружающей среды нитратами возможно значительно уменьшить широким использованием биологического азота, увеличивая площади посева бобовых культур, и применении генной инженерии с целью усиления способности к азотфиксации. Потери в результате вымывания нитратов можно свести к минимуму путем научно обоснованного чередования сельскохозяйственных культур с включением в севооборот растений, имеющих глубокопроникающую корневую систему. Это способствует лучшему использованию питательных веществ из глубоких горизонтов почвы. Зависимость между вымыванием питательных элементов и видами сельскохозяйственных культур можно представить следующим порядком: овощные > корнеплоды > зерновые > кормовые травы.

Вынос фосфора из почвы может быть уменьшен за счет проведения противоэрозионных мероприятий, необходимых агротехнических приемов и очистки сточных вод. Потери калия можно регулировать сроками и способами внесения удобрений в сочетании с комплексом приемов противоэрозионной обработки почвы. Охрана окружающей среды в связи с применением органических удобрений должна предусматривать совершенствование технологии производства, создание научно обоснованных санитарно-защитных зон и утилизацию навоза с целью уменьшения вредного воздействия животноводческих отходов на литосферу, гидросферу, атмосферу, флору и фауну,

Для предотвращения загрязнения окружающей среды при работе с микроудобрениями необходимо: вносить оптимальные нормы в соответствующие сроки; выбирать оптимальный способ использования; применять хелатные формы микроэлементов; равномерно распределять их по удобряемой площади. Труднее устранить токсичность микроэлементов, чем их недостаток. Поэтому нарушение технологической дисциплины при внесении микроудобрений недопустимо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А.Ф., Ивашкин В.И. Внесение средств химизации с поливной водой. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 88 с.
2. Авдонин Н.С. Научные основы применения удобрений. – М.: Колос, 1972. – 320 с.
3. Авдонин Н.С. Повышение плодородия кислых почв. – М.: Колос, 1969. – 280 с.
4. Авдонин Н.С. Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции. – М.: Колос, 1979. – 302 с.
5. Агафонов Е.В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном черноземе. – М.: МСХА, 1992. – 160 с.
6. Агафонов Е.В., Агафонова Л.Н., Гужвин С.А. Питание и удобрение сои на черноземе обыкновенном. – Персиановский: ДонГАУ, 2004. – 133 с.
7. Агафонов Е.В., Барыкин В.С., Гужвин С.А., Чернов А.Я. Удобрение арбуза при орошении с максимальным использованием биологического азота. – Персиановский: ДонГАУ, 2010. – 140 с.
8. Агафонов Е.В., Громаков А.А. Влияние рельефа на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность ярового ячменя. – Персиановский: ДонГАУ, 2008. – 142 с.
9. Агафонов Е.В., Ефремов В.А., Агафонова Л.Н. Свойства и применение куриного помета и биогумуса в полевом севообороте. – Новочеркасск: ДонГАУ, 2002. – 127 с.
10. Агафонов Е.В., Каменев Р.А. Использование НРК удобрений яровым ячменем и зерновым сорго. – Персиановский: ДонГАУ, 2008. – 138 с.
11. Агафонов Е.В., Пугач Е.И., Пимонов К.И. Удобрение нута. – Персиановский: ДонГАУ, 2009. – 145 с.
12. Агафонов Е.В., Фарский Б.С., Чернов А.Я., Богачев А.Н. Удобрение баклажана. – Новочеркасск: ДонГАУ, 2006. – 142 с.
13. Агеев В.В. Корневое питание сельскохозяйственных растений. – Ставрополь: СтГСХА, 1996 – 134 с.
14. Агеев В.В., Подколзин А.И. Системы удобрения в севооборотах юга России. – Ставрополь: СтавГСХА, 2001. – 352 с.
15. Агрохимические работы / Отв. ред. А.В. Соколов и Д.Л. Аскинази. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 386 с.
16. Агрохимические средства в адаптивно-ландшафтном земледелии центрального района Нечерноземной зоны России/ Под ред. Л.М. Державина. – М.: РАСХН, 2006. – 268 с.
17. Агрохимическое и экологическое состояние почв и растений Западной Сибири / Отв. ред. И.А. Бобенко и Ю.И. Ермохин. – Омск: Вариант-Омск, 2008. – 316 с.
18. Агрохимия и удобрение полевых культур / Состав. А.И. Симакин и В.Х. Зубенко. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1968. – 302 с.
19. Адамс Дж., Андерсон М.С., Халберт У.К. Жидкие азотные удобрения и их использование. – М.: Колос, 1965. – 112 с.
20. Адрихин П.Г. Фосфор в почвах и в земледелии Центрально-черноземной полосы. – Воронеж: Воронеж. кн. изд-во, 1970. – 248 с.
21. Азот в земледелии Нечерноземной полосы/ Под ред. Н.А. Сапожникова. – Л.: Колос, 1973. – 332 с.
22. Азотное питание и продуктивность растений / Под ред. Н.Н. Тищенко. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. – 188 с.

23. Айметдинов А.М. Удобрение и плодородие земли. – Казань: Тат. кн. изд-во, 1981. – 126 с.
24. Аксентюк И.А. Новый метод оптимизации минерального питания винограда. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 178 с.
25. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в СССР. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 470 с.
26. Алексеев Ю.В. Качество растениеводческой продукции. – Л.: Колос, 1978. – 256 с.
27. Алиев Ш.А., Дымко В.Н., Сушеница Б.А. Использование местных фосфоритов и природных сорбентов для повышения продуктивности земледелия. – М.: ВНИИА, 2004. – 248 с.
28. Алтуниин Д.А. Удобрение сенокосов и пастбищ в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 144 с.
29. Анализ почв, растений и применение удобрений в Западной Сибири / Под ред. Ю.И. Ермохина и И.А. Бабренко. – Омск: ОмГАУ, 2002. – 407 с.
30. Анализ растений и проблемы удобрения / Под ред. А.В. Петербургского. – М.: Колос, 1964. – 392 с.
31. Анализ растений как метод диагностики их питания и эффективности макро- и микроудобрений / Ред. А.В. Соколов. – Тбилиси, 1976. – 278 с.
32. Андреев В.А., Новиков М.Н., Лукин С.М. Использование навоза свиней на удобрении. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 94 с.
33. Андрианов С.Н. Формирование фосфатного режима дерново-подзолистых почв в разных системах удобрения. – М.: ВНИИА, 2004. – 296 с.
34. Аникст Д.М. Удобрение яровой пшеницы. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 142 с.
35. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах. – М.: ЦИНАО, 2000. – 524 с.
36. Артюшин А.М., Толстоусов В.П., Халитов А.Х. Минеральные удобрения и дозы их внесения. – М.: Колос, 1967. – 255 с.
37. Арутюнян А.С. Удобрение виноградников. – М.: Колос, 1965. – 216 с.
38. Афендулов К.П., Лантухова А.И. Удобрения под планируемый урожай. – М.: Колос, 1973. – 240 с.
39. Ачканов А.Я., Хомутов Ю.В., Эйсерт Э.К. Эффективное применение удобрений на Северном Кавказе. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 160 с.
40. Багдасарашвили З.Г. Применение микроэлементов в виноградарстве. – М.: Колос, 1966. – 96 с.
41. Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 242 с.
42. Базегский Э.П. Фосфорные удобрения. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 40 с.
43. Базилинская М.В. Ассоциативная азотфиксация злаковыми культурами. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1988. – 45 с.
44. Базилинская М.В. Использование биологического азота в земледелии. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. – 56 с.
45. Базилинская М.В. Улучшение обеспечения растений макро- и микроэлементами за счет деятельности почвенных микоризных грибов. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1990. – 52 с.
46. Байер И., Байерова В., Корим Й. Как удобрять приусадебные участки. – Минск: Ураджай, 1985. – 192 с.
47. Балакай Г.Т., Безуглова О.С. Соя: экология, агротехника, переработка. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 160 с.
48. Балтян К.М. Повышение эффективности удобрений в Нечерноземной полосе. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 157 с.

49. Бандурко И.А. Груша (*Pyrus L.*). Генофонд и его использование в селекции. – Майкоп: Майкопский ГТУ, 2007. – 176 с.
50. Баранов В.Ф. Добрая культура. Научно – популярный очерк о сое. – Краснодар, 2002. – 80 с.
51. Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Кононенко С.И., Ригер А.Н. Соя в кормопроизводстве. – Краснодар: ВНИИМК, 2010. – 368 с.
52. Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М. Соя на Кубани. – Краснодар: ВНИИМК, 2009. – 318 с.
53. Баранов В.Ф., Уго Аламиро Торо Корреа. Сортовая специфика возделывания сои. – Краснодар: ВНИИМК, 2007. – 184 с.
54. Баранов П.А. Кореньков Д.А. Калийные удобрения и их применение. – М.: Сельхозиздат, 1956. – 96 с.
55. Баранова М.В. Лилии. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 384 с.
56. Барбер С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. – М.: Агропромиздат, 1988. – 376 с.
57. Бардышев М.А. Минеральное питание картофеля. – Минск: Наука и техника, 1984. – 192 с.
58. Баршадская С.И., Романенко А.А., Квашин А.А. Продуктивность озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края. – Краснодар: КНИИСХ, 2010. – 254 с.
59. Бахтизин Н.Р., Шиленко Б.П., Сосновский В.А., Ахметшин Х.С., Абдрашитов С.А. Зональные особенности применения удобрений в Башкирии. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1980. – 104 с.
60. Башкин В.Н. Агрогеохимия азота. – Пушкино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1987. – 270 с.
61. Безуглова О.С. Удобрения и стимуляторы роста. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. 320 с.
62. Беккер-Диллинген И. Овощеводство. – М. – Л.: Госсельхозиздат, 1932. – 920 с.
63. Белик В.Ф. Бахчевые культуры. – М.: Колос, 1975. – 271 с.
64. Бельский Б.Б. Минеральные удобрения на торфяниках. – Минск: Урожай, 1966. – 132 с.
65. Бельченко В.М., Светов В.А., Перлов Л.И., Солдатов В.П. Комплексное агрохимическое окультуривание полей. – М.: Агропромиздат, 1987. – 143 с.
66. Беляев Г.Н. Калийные удобрения из калийных солей Верхнекамского месторождения и их эффективность. – Пермь: Перм. Кн. изд-во, 2005. – 304 с.
67. Беляков И.И. Агротехника важнейших зерновых культур. – М.: Высшая школа, 1983. – 207 с.
68. Беляков И.И. Технология выращивания ячменя – М.: Агропромиздат, 1985. – 119 с.
69. Бер Ф.Е. Почвы и удобрения. – М.: Сельхозгиз, 1947. – 436 с.
70. Бербеков Н.Л., Ханиев М.Х., Малкандуев Х.А. Озимая пшеница в Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Эльбрус, 1979. – 76 с.
71. Бертон В. Картофель. – М.: Изд-во ИЛ, 1952. – 264 с.
72. Бзиава М.Л. Удобрение субтропических культур. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1973. – 270 с.
73. Биологическая фиксация азота / Отв. ред. В.К. Шумный и К.К. Сидорова. – Новосибирск: Наука, 1991. – 271 с.
74. Биологический азот в сельском хозяйстве СССР/ Отв. ред. Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1989. – 207 с.
75. Биологический азот и его роль в земледелии/ Отв. ред. Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1967. – 367 с.

76. Биология и минеральное питание риса. / Под. ред. Л.Г. Добрунова, 1976. – 224 с.
77. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / Под. ред. В.М. Пенчукова. – М.: Агропромиздат, 1992. – 281 с.
78. Биоценоз пшеничного поля / Отв. ред. Н.М. Чернова. – М.: Наука, 1986. – 150 с.
79. Бирюкова О.А., Ельников И.И., Крыщенко В.С. Оперативная диагностика питания растений. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2010. – 168 с.
80. Благовещенский А.В. Биохимия обмена азотсодержащих веществ у растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 346 с.
81. Богомазова Г.П. Культура розы в открытом грунте. – Л.: Знание, 1989. – 32 с.
82. Богословский В.Н., Левинский Б.В., Сычев В.Г. Агротехнологии будущего. – М.: Изд-во РИФ «Антиква», 2004. – 164 с.
83. Боднар Г.В., Лавриненко Г.Т. Зернобобовые культуры. – М.: Колос, 1977. – 256 с.
84. Болдырев Н.К., Зверева Е.А. Методические указания по определению доз удобрений на запланированный урожай сельскохозяйственный культур в условиях орошения. – М.: ВНИИУА, 1986. – 84 с.
85. Болотских А.С. Выращивание огурцов. – М.: Колос, 1975. – 144 с.
86. Борисов В. А Удобрение овощных культур. – М.: Колос, 1978. – 208 с.
87. Борисов В.А., Бондаренко М.К. Удобрения и урожай. – М.: Московский рабочий, 1977. – 80 с.
88. Борисоник З.Б. Ячмень яровой. – М.: Колос, 1974. – 255 с.
89. Боров Л.И., Устиненко Г.В. Культура табака в тропиках и субтропиках. – М.: УДН, 1986. – 96 с.
90. Бородин Н.Н. Пшеница на Дону: Ростов-на-Дону: Рост. кн. изд-во, 1976. – 128 с.
91. Ботез М., Бурлой Н. Культура абрикоса. – М.: Колос, 1980. – 152 с.
92. Бражник В.П. Сильная пшеница. – Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1977. – 78 с.
93. Брежнев Д.Д. Томаты. М. – Л.: Госсельхозиздат, 1955. – 362 с.
94. Брей С.М. Азотный обмен в растениях. – М.: Агропромиздат, 1986. – 200 с.
95. Брядцева З.Н., Альтергот В.Ф. Физиология тепличных томатов. – Новосибирск: Наука, 1989. – 87 с.
96. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
97. Будвитене В.П., Будвитите А.А. Кормовые бобы. – М.: Агропромиздат, 1989. – 48 с.
98. Букин В.И., Иванов В.П., Тарковский М.И. Физиология орошаемой люцерны. М.: Колос, 1984. – 156 с.
99. Булгакова Н.Н., Ниловская Н.Т. Биологические аспекты оптимизации минерального питания пшеницы. – М.: ВНИИА, 2006. – 224 с.
100. Буряков Ю.П. Агротехника возделывания подсолнечника. – М.: Высшая школа, 1973. – 125 с.
101. Буряков Ю.П. Индустриальная технология возделывания подсолнечника. – М.: Высшая школа, 1983. – 191 с.
102. Бучинский А.Ф., Володарский Н.И., Асмаев П.Г., Загоруйко М.Г., Псарев Г.М., Гончарова М.П., Исаев А.П., Шакуров И.Ф. Табаководство. – М.: Колос, 1979. – 320 с.
103. Бычков К.С., Шукаев Н.Г. Удобрения и урожай. – Саранск: Мордов. кн. изд-во, 1987. – 172 с.
104. Вайнберг Н.Л. Удобрение основных полевых культур на почвах Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 168 с.
105. Вальков В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1986. – 200 с.

106. Вальков В.Ф., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Кузнецов Р.В. Почвенно – экологические аспекты растениеводства. – Ростов-на-Дону: «Ростиздат», 2007. – 391 с.
107. Вальков В.Ф., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.М., Кузнецов Р.В. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2010. – 416 с.
108. Вареник И.П. Травы и травосмеси сенокосов и пастбищ. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1972. – 96 с.
109. Варфоломеева А.М., Пороткин Е.И. Яровая сильная пшеница Безенчукская 98. – Алма-Ата: Кайнар, 1971. – 79 с.
110. Васил Васильев. Миндаль. – София: Земиздат, 1958. – 84 с.
111. Василенко И.И. Повышение урожайности и качества пшеницы. – М.: Знание, 1986. – 64 с.
112. Васильев В.А., Швецов М.М. Применение бесподстилочного навоза для удобрения. – М.: Колос, 1983. – 174 с.
113. Васильев Г.Н. Чина посевная. – М.: Госсельхозиздат, 1953. – 86 с.
114. Васильев Д.С. Агротехника подсолнечника. – М.: Колос, 1983. – 197 с.
115. Васильев Д.С. Подсолнечник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 174 с.
116. Васильченко А.А. Агротехника механизированного возделывания кукурузы. – М.: Колос, 1972. – 104 с.
117. Васильченко В.П., Горьковенко Л.Г., Сисо А.В. Люцерна. Биология и агротехнические приемы выращивания на юге России. – Краснодар, КубГАУ, 2006. – 156 с.
118. Васильченко Г.В., Проценко В.И. Черноплодная рябина. – М.: Колос, 1967. – 96 с.
119. Васько В.Т. Кормовые культуры России. – Санкт – Петербург, 2006. – 328 с.
120. Васько В.Т., Оболоник Н.В. Технология возделывания картофеля в Нечерноземной зоне России. – Санкт – Петербург, 2004. – 226 с.
121. Вафина Э.Ф., Фатыхов И.Ш., Колесникова В.Г. Микроудобрения и формирование урожая овса в Среднем Предуралье. – Ижевск: ИжГСХА, 2007. – 144 с.
122. Вендило Г.Г., Миканаев Т.А., Петриченко В.Н., Скаржинский А.А. Удобрение овощных культур. – М.: Агропромиздат, 1986. – 206 с.
123. Вендило Г.Г., Петриченко В.Н. Удобрение овощных и бахчевых культур на приусадебном участке. – М.: Агропромиздат, 1990. – 159 с.
124. Вербцкая Л.П. Люцерна на семена в Краснодарском крае. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1981. – 63 с.
125. Вередченко Б.В. Свекловодство. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 38 с.
126. Вильдфлуш И. Р., Цыганов А. Р., Лапа В.В., Персикова Т. Ф. Удобрение и качество урожая сельскохозяйственных культур. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 с.
127. Висящева Л.В., Соколова Т.А. Промышленное цветоводство. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
128. Владимиров А.В. Физиологические основы применения азотных и калийных удобрений. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 272 с.
129. Власенко Н.Е. Удобрение картофеля. – М.: Агропромиздат, 1987. – 219 с.
130. Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Полевые капустовые культуры в Западной Сибири. – Новосибирск, 2004. – 152 с.
131. Власюк П.А. Система питания растений свекловичного севооборота. – Киев: Изд-во АН УССР, 1945. – 355 с.

132. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 1 / Гл. ред. П.Г. Найдин. – М.: МСХ СССР, 1960. – 472 с.
133. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 2 / Гл. ред. П.Г. Найдин. – М.: Колос, 1964. – 400 с.
134. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 3 / Гл. ред. П.Г. Найдин. – М.: Колос, 1968. – 479 с.
135. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 4 / Гл. ред. Д.А. Кореньков. – М.: Колос, 1973. – 375 с.
136. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 5 / Гл. ред. В.Д. Панников. – М.: Колос, 1974. – 236 с.
137. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 6 / Гл. ред. В.Д. Панников. – М.: Колос, 1978. – 224 с.
138. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 7 / Гл. ред. В.Д. Панников. – М.: Колос, 1980. – 272 с.
139. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. 8 / Гл. ред. В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1985. – 275 с.
140. Влияние мелиорации и удобрений на плодородие почв / Отв. ред. М.Н. Лозан. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 96 с.
141. Влияние свойств почв и удобрений на качество растений / Под ред. Н.С. Авдоница. – М.: МГУ, 1966. – 183 с.
142. Влияние свойств почв и удобрений на качество растений / Под ред. Н.С. Авдоница. – М.: МГУ, 1974. – 160 с.
143. Внекорневое питание растений / Отв. ред. Э.И. Шконде. – М.: Изд-во ИЛ, 1956. – 264 с.
144. Возделывание зерновых культур на слитых черноземах Адыгеи / Под ред. П.К. Ажигоева. – Майкоп, 1979. – 128 с.
145. Возделывание кормовых культур на слитых черноземах Адыгеи. – Майкоп: отд. Красн. кн. изд – ва, 1981. – 112 с.
146. Возделывание сахарной свеклы / Науч. ред. И.И. Кикоть. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1977. – 115 с.
147. Возделывание эфиромасличных культур в Краснодарском крае / Ред. Р.Т. Липкина. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1974. – 80 с.
148. Возна Л.И. Почвы и удобрения. – М.: Кладезь-Букс, 2008. – 64 с.
149. Войтович Н.В. Плодородие почв Нечерноземной зоны и его моделирование. – М.: Колос, 1997. – 388 с.
150. Войтович Н.В., Лобода Б.П. Оптимизация минерального питания в агроценозах Центрального Нечерноземья. – М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2005. – 196 с.
151. Войтович Н.В., Сандухадзе Б.И., Чумаченко И.Н., Капранов В.Н. Плодородие, удобрение, сорт и качество продукции зерновых культур в Нечерноземной зоне России. – М.: ЦИНАО, 2002. – 196 с.
152. Войтович Н.В., Сушеница Б.А., Капранов В.Н. Фосфориты России и ближнего Зарубежья. – М.: ВНИИА, 2005. – 448 с.

153. Войтович Н.В., Чумаченко И.Н., Суценица Б.А., Капранов В.Н. Применение макро- и микроудобрений в современных технологиях возделывания зерновых культур. – М.: ЦИНАО, 2003. – 92 с.
154. Вологдин А.Г. Проблема удобрений и углетуки. – М.: Знание, 1965. – 72 с.
155. Володарский Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы. – М.: Колос, 1975. – 256 с.
156. Володарский Н.И. Роль азота в онтогенезе табака. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 190 с.
157. Володина Е.В. Смородина. – Л.: Колос, 1983. – 64 с.
158. Вопросы корневого питания растений / Отв. ред. А.Г. Трутнев. – Л.: Изд-во Ленин. ун-та, 1968. – 172 с.
159. Вопросы питания растений и применения удобрений / Под ред. И.И. Синягина. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 276 с.
160. Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Физиологические основы минерального питания риса. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – 196 с.
161. Воробьева А.А. Репчатый лук. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 46 с.
162. Воронина М.В., Штрейс Р.И., Селиванова О.К. Перец сладкий в защищенном грунте. – Л.: Агропромиздат, 1989. – 56 с.
163. Воронцов В.В., Штейман У.Г. Возделывание субтропических культур. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
164. Воронцова В.П. Яровая пшеница в Восточной Сибири. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 80 с.
165. Вронских М.Д., Нагирняк П.Л., Батура А.М., Чеботарь К.Я. – Прогрессивная технология возделывания подсолнечника. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1988. – 276 с.
166. Высокие урожаи яровой пшеницы / Сост. В.А. Иванов. – М.: Колос, 1975. – 392 с.
167. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 267 с.
168. Гамзиков Г.П., Кострик Г.И., Емельянова В.Н. Баланс и превращение азота удобрений. – Новосибирск: Наука, 1985. – 161 с.
169. Гамзикова О.И. Этюды по физиологии, агрохимии и генетике минерального питания растений. – Новосибирск: АГРОС, 2008. – 372 с.
170. Гамзикова О.И., Калашник Н.А. Генетика признаков пшеницы на фонах питания. – Новосибирск: Наука, 1988. – 129 с.
171. Гамкрелидзе И.Д. Система удобрения цитрусовых садов. – М.: Колос, 1971. – 216 с.
172. Гарднер В.Р., Брэдфорд Ф.Ч., Гукер Г.Д. Основы плодоводства. – М.: Сельхозгиз, 1934. – 407 с.
173. Гаркуша И.Ф., Яцюк М.М. Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 1975. – 367 с.
174. Гаркуша С.В. Сахарная свекла. Экологические условия и продуктивность на юге Российской Федерации. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 181 с.
175. Гедройц К.К. Почвенный поглощающий комплекс, растение и удобрение. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1935. – 344 с.
176. Географические закономерности действия удобрений / Под ред. В.Д. Панникова и В.Г. Минеева. – М.: Колос, 1975. – 332 с.
177. Гибридная кукуруза / Под ред. И.Е. Емельянова. – М.: Колос, 1964. – 472 с.
178. Гикало Г.С. Культура перца и баклажана в Краснодарском крае. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1972. – 80 с.
179. Гикало Г.С., Гиш Р.А. Перец. – Краснодар: КубГАУ, 1997. – 135 с.

180. Гилис М.Б. Рациональные способы внесения удобрений. – М.: Колос, 1975 – 344 с.
181. Гилл К.С. Карликовые пшеницы. – М.: Колос, 1984. – 184 с.
182. Гинзбург К. Е. Фосфор основных типов почв СССР. – М.: Наука, 1981. – 244 с.
183. Гиш Р.А. Баклажан. Биология, сорта, технология возделывания. Краснодар: КубГАУ, 1999. – 168 с.
184. Глеваский И.В., Зубенко В.Ф., Мельниченко А.С. Свекловодство. – Киев: Вища школа, 1989. – 206 с.
185. Глунцов Н.М. Агротехническая лаборатория овощевода. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 192 с.
186. Глунцов Н.М., Печенева С.Я., Лебл Д.О. Применение удобрений в защищенном грунте. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 39 с.
187. Глунцов Н.М., Штефан В.К. Удобрение овощных культур. – М.: Московский рабочий, 1975. – 136 с.
188. Глуховский А.Б. Озимая пшеница в Адыгее. – Майкоп: Адыгейск. кн. изд-во, 1963. – 36 с.
189. Глуховский А.Б. Удобрение зерновых культур. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 64 с.
190. Говорова Г.Ф., Говоров Д.Н. Земляника и клубника. – М.: Изд-во ЭКСМО – Пресс, 2001. – 192 с.
191. Гогия В.Т. Биохимия субтропических растений. – М.: Колос, 1984. – 288 с.
192. Годулян И.С. Кукуруза в севооборотах. – Киев: Урожай, 1977. – 104 с.
193. Голобородько С.П., Лазарев Н.Н. Люцерна. – М.: РГАУ – МСХА, 2009. – 425 с.
194. Голубев В.Д. Применение удобрений на орошаемых землях. – М.: Колос, 1977. – 192 с.
195. Голубцов А.М. Рациональное применение удобрений на орошаемых землях. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1980. – 127 с.
196. Горелик Л.А. Внесение удобрений с поливной водой. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1977. – 67 с.
197. Горин И.С. Айва. – М.: Госсельхозиздат, 1961. – 182 с.
198. Городний Н.М. Система применения удобрений. – Киев: Вища школа, 1979. – 168 с.
199. Гортлевский А.А., Макеев В.А. Озимый рапс. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 135 с.
200. Гречиха / Ред. сост. Н.А. Смирнов. – Тула: Приокск. кн. из-во, 1975. – 64 с.
201. Гречиха / Сост. С.И. Лосев. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 148 с.
202. Грист Д. Рис. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 390 с.
203. Гро Андрэ. Практическое руководство по применению удобрений: - М.: Колос, 1966. – 351с
204. Грозов Д.Н., Тома С.И. Минеральное питание и продуктивность яблони. – Кишинев: Штиинца, 1986. – 128 с.
205. Груев Ц., Груева Р., Витков М., Бонев М. Удобрение полевых культур при орошении. – М.: Колос, 1974. – 229 с.
206. Груша / Ред. В.И. Сергеев. – М.: Госсельхозиздат, 1960. – 535 с.
207. Губанов Я.В. Сахарная свекла – условия выращивания, урожай и качество. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1978. – 161 с.
208. Губанов Я.В., Иванов Н.Н. Озимая пшеница. – М.: Колос, 1983. – 359 с.
209. Гулякин И.В. Система применения удобрений. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
210. Гуцин Г.Г. Рис. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1930. – 280 с.
211. Гуцин Г.Г. Рис. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 831 с.

212. Гырбучев И. Регулирование фосфатного режима в основных почвах Болгарии. – М.: Колос, 1981. – 240 с.
213. Гюнтер Кант. Зеленое удобрение. – М.: Колос, 1990. – 128 с.
214. Д.Н. Прянишников и вопросы химизации земледелия / Гл. ред. И.И. Сиягин. – М.: Колос, 1967. – 512 с.
215. Давиташвили М. Чай наш грузинский. – М.: Колос, 1970. – 208 с.
216. Дадыкин В.П. Особенности поведения растений на холодных почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 280 с.
217. Дараселия М.К., Воронцов В.В., Гвасалия В.П., Цанава В.П. Культура чая в СССР. – Тбилиси: Мецниереба, 1989. – 560 с.
218. Дегтярева Г.В. Погода, урожай и качество зерна яровой пшеницы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 216 с.
219. Дегтярь И.А. Удобрение плодовых культур в Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 191 с.
220. Действия удобрений на урожай и его качество / Гл. ред. П.Г. Найдин. – М.: Колос, 1965. – 336 с.
221. Деревянко А.Н. Погода и качество зерна озимых культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 128 с.
222. Державин Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Колос, 1992. – 272 с.
223. Державин Л.М., Литвак Ш.И., Седова Е.В. Современные методы определения доз минеральных удобрений. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1988. – 45 с.
224. Державин Л.М., Седова Е.В. Удобрение яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны – М.: ВНИИТЭИСХ, 1986 – 50 с.
225. Дерюгин И.П. Минеральное питание и удобрение плодовых и ягодных культур. – М.: МСХА, 2006. – 72 с.
226. Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н. Агрохимические основы системы удобрения овощных и плодовых культур. – М.: Агропромиздат, 1988. – 270 с.
227. Джанаев Г.Г., Фарниев А.Т., Тохтиева Л.Х., Джанаев З.Г. Микробиологические и агрохимические свойства почв Предкавказья. – М.: МГУ, 2005. – 56 с.
228. Джанаев З.Г. Почвенно-агрохимическая оценка состояния плодородия почв Северного Кавказа. – М.: МГУ, 2004. – 759 с.
229. Дженик Дж. Основы садоводства. – М.: Колос, 1975. – 544 с.
230. Джулай А.П. Организация производства и агротехника риса. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1968. – 288 с.
231. Джулай А.П., Алешин Е.П., Величко Е.В. Культура риса на Кубани. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1980. – 209 с.
232. Диагностика минерального питания картофеля/ Отв. ред. В.В. Церлинг и Л.А. Егорова. – М.: 1987. – 88 с.
233. Диагностика потребности растений в удобрениях. – М.: Колос, 1970 – 344 с.
234. Дмитриева Г.А., Беликова П.С. Физиологическая роль элементов минерального питания. – М.: УДН, 1985. – 27 с.
235. Добролюбарский О.К. Микроэлементы и жизнь. – М.: Молодая гвардия, 1956. – 126 с.
236. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современной земледелии. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 404 с.
237. Довбан К.И. Зеленое удобрение. – М.: Колос, 1990. – 208 с.
238. Дорожкин Н.А., Дмитриева З.А., Валуев В.В. Прогрессивная технология возделывания картофеля. – Л.: Колос, 1976. – 254 с.
239. Доронищева В.И., Захаров Н.В. Высокие урожаи гречихи. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 62 с.

240. Доросинский Л.М. Бактериальные удобрения – дополнительное средство повышения урожая. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 172 с.
241. Дукаревич Б.И. Удобрение овощных культур. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 48 с.
242. Духанин Ю.А. Агрехимия, биология и экология песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.
243. Духанин Ю.А., Савич В.И., Духанина Т. М., Седых В.А., Ермаков А.А. Методические рекомендации по анализу почвенных факторов, определяющих урожай сельскохозяйственных культур. – М.: Росинформагротех, 2011. – 312 с.
244. Духанин Ю.А., Савич В.И., Замаев А.Г., Трубицина Е.В., Поветкина Н.Л. – Экологическая оценка взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой. – М.: Росинформагротех, 2005. – 324 с.
245. Дьяков А.Б. Физиология и экология льна. – Краснодар: ВНИИМК, 2006. – 2014 с.
246. Егоров Е.А., Аджиев А.М., Серпуховитина К.А., Трошин Л.П., Жуков А.И., Гусейнов Ш.Н., Алиева А.Н. Виноградарство России: настоящее и будущее. – Махачкала: Новый день, 2004. – 439 с.
247. Егоров И.С. Навоз и урожай. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 70 с.
248. Елагин И.Н. Агротехника проса. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 160 с.
249. Елагин И.Н. Возделывание гречихи. – М.: Россельхозиздат, 1966. – 192 с.
250. Енкен В.Б. Соя. – М.: Госсельхозиздат, 1959. – 622 с.
251. Ермохин Ю.И. Почвенная диагностика обеспеченности растений макро- и микроэлементами на территории Западной Сибири. – Омск: ОмГАУ, 2005. – 92 с.
252. Ермохин Ю.И. Почвенно-растительная диагностика потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях. – Омск: ОмГАУ, 2004. – 44 с.
253. Ермохин Ю.И. Химическая диагностика потребности картофеля и овощных культур в удобрениях. – Омск: ОмСХИ, 1975. – 64 с.
254. Ермохин Ю.И., Бобренко И.А. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур. – Омск: ОмГАУ, 2005. – 284 с.
255. Ермохин Ю.И., Михальская Н.В. Диагностика минерального питания величины и качества урожая костреца безостого на черноземах Западной Сибири. – Омск: ОмГАУ, 2006. – 96 с.
256. Ермохин Ю.И., Синдирева А.В. Взаимосвязи в питании растений. – Омск: «Вариант-Омск», 2011. – 208 с.
257. Ерошенко Ф.В. Особенности фотосинтетической деятельности и сортов озимой пшеницы. – Ставрополь: Сервис школа, 2006. – 200 с.
258. Ершова В.Л. Возделывание томатов в открытом грунте. – Кишинев: Штиинца, 1975. – 280 с.
259. Есаулко А.Н. Пути оптимизации систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья. – Ставрополь: АГРУС, 2006. – 304 с.
260. Ефименко Д.Я., Барабаш Г.И. Гречиха. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
261. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Сеницын Г.И. Система применения удобрений. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
262. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Царенко В.Л. Система удобрения. – М.: Колос, 2003. – 320 с.
263. Ефимов В.Н., Царенко В.П. Удобрения сельскохозяйственных культур на мелиорированных торфяных почвах. – М.: Росагропромиздат, 1980. – 124 с.
264. Ефимов И.Т. Орошаемая кукуруза. – М.: Колос, 1974. – 223 с.
265. Жаринов В.И., Ключ В.С. Люцерна. – Киев: Урожай, 1983. – 240 с.

266. Жидкие азотные удобрения и их применение / Сост. Э.И. Шконде. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 440 с.
267. Жуков Ю.П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья. – М.: Московский рабочий, 1983. – 144 с.
268. Журавлев Ю.Ф. Возделывание и уборка картофеля. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 68 с.
269. Журбицкий З.И. Удобрение кукурузы за рубежом. – М.: Сельхозиздат, 1959. – 184 с.
270. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 294 с.
271. Журбицкий З.И., Лавриченко В.М. определение потребности растений в питании и удобрении по соотношению НРК. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1982. – 64 с.
272. Забелешинский Ю.А., Корогодов Н.С., Цыпина Э. И. Эффективность производства и применения минеральных удобрений. – М.: Химия, 1980. – 272 с.
273. Заболоцкая Т. Г., Юдинцева И.И., Хмелинин И.Н. Агрохимия подзолистых почв севера. – Л.: Наука, 1982. – 135 с.
274. Завалин А.А. Азотное питание и продуктивность яровой пшеницы. – М.: Агроконсалт, 2003. – 152 с.
275. Завалин А.А., Пасынков А.В. Азотное питание и прогноз качества зерновых культур. – М.: ВНИИА, 2007. – 208 с.
276. Загорча К.Л. Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 288 с.
277. Запорожченко А.Л. Кукуруза на орошаемых землях. – М.: Колос, 1978. – 191 с.
278. Запша Н.А. Биологический круговорот азота и зольных элементов в орошаемом земледелии Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 204 с.
279. Зауров Д.Э., Сборщикова М.П. Рисоводство. – Ташкент: Мехнат, 1989. – 269 с.
280. Зеленые овощные культуры / Под ред. Д.Д. Брежнева. – Л.: Лениздат, 1975. – 144 с.
281. Зернофуражные культуры / Сост. К.А. Козьмина. – М.: Колос, 1975. – 256 с.
282. Зиганшин А.А., Шарифуллин Л.Р. Озимая рожь. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 216 с.
283. Зонально-провинциальные нормативы изменения агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях / Отв. ред. Н.Б. Хитров. – М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. – 176 с.
284. Иванов А. Л., Сычев В.Г., Державин Л.И., Андрианов С.Н., Бражникова Н.В., Карпова Д.В., Карпунин А.И., Кирпичников Н.А., Конончук В.Д., Самойлов Л.Н. Агробιοгеохимический цикл фосфора. – М.: РАСХН, 2012. – 512 с.
285. Иванов А.И. Люцерна. – М.: Колос, 1980. – 349 с.
286. Иванов Б.И., Дохунаев В.Н. Биологические особенности яровой пшеницы в Якутии. – Новосибирск: Наука, 1979. – 176 с.
287. Иванов Д.А. Повышение продуктивности сенокосов и пастбищ. – Л.: Колос, 1975. – 288 с.
288. Иванов Н.Н. Кукуруза на зерно и силос. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 136 с.
289. Иванов Н.Н., Бойко В.П., Витер А.Ф. Обработка почвы и применение удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 126 с.
290. Иванов П.К. Яровая пшеница. – М.: Колос, 1971. – 328 с.
291. Иванова Т.И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей. – М.: Агропромиздат, 1989. – 235 с.

292. Измаилов С.Ф. Азотный обмен в растениях. – М.: Наука, 1986.- 320 с.
293. Ильин В.Ф., Писарев Б.А., Сухоиванов В.А. Удобрения картофеля. – М.: Колос, 1974. – 144 с.
294. Индустриальная технология возделывания сахарной свеклы / Под ред. В.Ф. Зубенко. – М.: Колос, 1983. – 150 с.
295. Индустриальная технология производства кукурузы / Под ред. А.И. Жолобова. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 317 с.
296. Интенсивная технология выращивания сахарной свеклы / Под ред. В.А. Петрова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 320 с.
297. Интенсивная технология производства озимой пшеницы / Сост. Ю.А. Никитин, П.Н. Бурченко и К.С. Орманджи. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 303 с.
298. Интенсивная технология производства рапса / Под ред. Ю.П. Бурякова. – М.: Россельхозиздат, 1990. – 188 с.
299. Интенсификация производства овощей в Адыгее / Ред. С.П. Дикий, А.С. Туз, Г.В. Яковлев, К.И. Цитович. – Майкоп, 1977. – 108 с.
300. Интенсификация садоводства Адыгеи / Отв. ред. С.П. Дикий. – Майкоп: книж. изд-во, 1978. – 96 с.
301. Ионас В.А., Виндфлуш И.Р., Кукреш С.П. Система удобрения сельскохозяйственных культур. – Минск: Ураджай, 1998. – 287 с.
302. Исаков Я.И. Сорго. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 184 с.
303. Использование соломы как органического удобрения / Отв. ред. Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1980. – 270 с.
304. Казаков И.В., Кичина В.В. Малина. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 76 с.
305. Казарцева А.Т., Казакова В.В. Пшеница. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – 354 с.
306. Калинин И.Г. Пшеницы Дона. – Ростов-на-Дону: Ростов кн. изд-во, 1979. – 240 с.
307. Калинин К.В. Фосфорные удобрения и их применение. – М.: Колос, 1967. – 136 с.
308. Калинин М.С., Ильин М.И. Сорты и гибриды кукурузы. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 160 с.
309. Капцынелю Ю.М., Казанцева О.Ф. Условия эффективного применения длительнодействующих азотсодержащих удобрений. – М.: ВНИИТЭИ-агропром, 1989. – 45 с.
310. Каргальцев Ю.В., Пруцков Ф.М. Гречиха. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 120 с.
311. Карпачев В.В. Рапс яровой. – Липецк, 2008. – 236 с.
312. Карпов А.А. Мир цветов и растений. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 96 с.
313. Картофель / Под ред. Н.Я. Чморы и В.В. Арнаутова. – М.: Госсельхозиздат, 1953. – 567 с.
314. Картофель / Ред. В.Н. Таирова. – М.: Россельхозиздат, 1959. – 407 с.
315. Касьясенко А.Г., Касьясенко В.А., Семикин А.П., Шевцова В.М. Хлопководство России. – Краснодар, 1999. – 320 с.
316. Кащенко А.С. Правильное применение удобрений – залог высоких урожаев. – Л.: Знание, 1985. – 36 с.
317. Каюмов М.К. Удобрения под запрограммированный урожай зерновых культур. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 82 с.
318. Кереев К.Н., Ханиев М.Х., Канлоев М.Ж. Озимая пшеница в Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Каб. – Балкар. кн. изд-во. 1965. – 104 с.
319. Кивер В.Ф. Энергосберегающая технология возделывания кукурузы на орошаемых землях. – Киев: Урожай, 1988. – 120 с.
320. Кидин В.В. Основы питания растений и применения удобрений. – М.: МСХА; Часть 1, 2008. – 415 с.; Часть 2, 2011. – 337 с.

321. Китаева И.Е. Капуста. – М.: Московский рабочий, 1977. – 128 с.
322. Кланх И.И. Газоны. – М. – Л.: МСХ РСФСР, 1950. – 36 с.
323. Клещевина / Под ред. В.А. Мошкина. – М.: Колос, 1980. – 352 с.
324. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
325. Климашевский Э.Л. Питание кукурузы на дерново-подзолистых почвах. – М.: Наука, 1964. – 112 с.
326. Клименко З.К. Розы. Выращивание, уход, использование. – М.: Фитон, 2001. – 176 с.
327. Кобылянский В.Д. Рожь. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
328. Ковалёв В.М. Теория урожая. – М.: ТСХА, 2003. – 332 с.
329. Ковтун И.И., Гойса Н.И., Митрофанов Б.А. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.
330. Ковырялов Ю.П. Интенсивные технологии производства пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1986. – 126 с.
331. Колесникова А.Ф. Вишня. Черешня. – Харьков: Фолио, 2003. – 255 с.
332. Колтакова П.С., Козлов С.Н., Усанова З.И., Буренок А.С., Соловец В.Л., Сикора А. Удобрения на полях. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1975. – 73 с.
333. Колтунов В.Ф. Шпалерно-карликовый сад. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1965. – 136 с.
334. Колтунов В.Ф., Зуев В.Ф. Пальметное плодоводство. – М.: Колос, 1980. – 149 с.
335. Кондратенко А.Н. Химизация орошаемого земледелия. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 40 с.
336. Кондратенко Н.И. Оптимизация минерального питания яблони. – Краснодар: КубГАУ, 1998. – 70 с.
337. Коновалов Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя. – М.: Колос, 1981. – 176 с.
338. Конопля / Под ред. Г.И. Сенченко и М.А. Тимонина. – М.: Колос, 1978. – 288 с.
339. Константинов А.Р. Климат и урожай озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 32 с.
340. Константинов А.Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 263 с.
341. Кораблева Л.И. Плодородие, агрохимические свойства и удобрение пойменных почв Нечерноземной зоны. – М.: Наука, 1969. – 278 с.
342. Корбидж Д. Фосфор: Основы химии, биохимии, технологии / Под ред. Э.Е. Ниантьева. – М.: Мир, 1982. – 680 с.
343. Кордон Р.Я., Пехото Ф.И. Яблоня. – Л.-М.: Сельхозиздат, 1962. – 272 с.
344. Кордуняну П.В. Удобрение и качественный состав белка и масла подсолнечника. – Кишинев: Штиинца, 1982. – 238 с.
345. Кореньков Д.А. Агрохимия азотных удобрений. – М.: Наука, 1976. – 209 с.
346. Кореньков Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. – М.: Агроконсалт, 1999. – 296 с.
347. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения и их рациональное применение. – М.: Россельхозиздат, 1972. – 176 с.
348. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.
349. Кореньков Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 221 с.
350. Корепанова Е.В., Гореева В.Н., Фатыхов И.Ш. Микроудобрения в формировании урожая льна-долгунца в Среднем Предуралье. – Ижевск: ИжГСХА, 2011. – 156 с.

351. Корневое питание растений в фитоценозах / Ред. Н.Д. Нестерович. – Минск: Наука и техника, 1971. – 250 с.
352. Корнейчук В.Д., Плакида Е.К. Удобрение виноградников. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 207 с.
353. Корнилов М.Ф., Благовидов Н.Л. Известкование почв Северо-Западной зоны Нечерноземной полосы СССР. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1955. – 218 с.
354. Коровин А.И. Роль температуры в минеральном питании растений. – Л.: Гидромеоиздат, 1972. – 283 с.
355. Корсунова М.И. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов на Кубани. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 232 с.
356. Корякина В.Ф. Микроэлементы на сенокосах и пастбищах. – Л.: Колос, 1974. – 168 с.
357. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство – стратегическое направления в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика. – М.: Росинформагротех, 2009. – 200 с.
358. Косолапов В.М., Фицев А.И., Гаганов А.П., Мамаева М.В. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных. – М.: «Угрешская типография», 2009. – 374 с.
359. Костина В.Ф. Повышение урожайности и качества продукции кормовых угодий. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 80 с.
360. Котенко Г.П., Руденко В.И. Соя в совхозе «Партизан». – М.: Россельхозиздат, 1983. – 31 с.
361. Котляров Н.С. Удобрение сорго зернового на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья. – Краснодар: КубГАУ, 1999. – 170 с.
362. Кочетков В.Н. Производство и применение жидких комплексных удобрений. – М.: Агропромиздат, 1986. – 296 с.
363. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения. – М.: Химия, 1982. – 400 с.
364. Кошелёва Р.В., Блехер В.И., Бердыев Р.Я., Нагиева Е.Э. Советы садоводу – любителю. – Ашхабад: «Туркменистан», 1988. – 32 с.
365. Кравков С.П. Биохимия и агрохимия почвенных процессов. – Л.: Наука, 1978. – 281 с.
366. Кретович В.Л. Обмен азота в растениях. – М.: Наука, 1972. – 528 с.
367. Кретович В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. – М.: Наука, 1987. – 486 с.
368. Кристидис Б., Гаррисон Дж. Проблемы возделывания хлопчатника. – М.: Изд-во ИЛ, 1959. – 688 с.
369. Крише П. Исследование и оценка удобрений, фунгицидов, семян и почв. – М.: Сельхозгиз, 1933. – 191 с.
370. Крищенко В.П. Интенсивная технология возделывания озимой и яровой пшеницы. – М.: Высшая школа, 1986. – 80 с.
371. Кротких Т.А., Михайлова Л.А. Эколого-агрохимические основы применения удобрений в Предуралье. – Пермь: ПермГСХА, 2013. – 298 с.
372. Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода / Отв. ред. Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1979. – 334 с.
373. Крылова А.И. Прогрессивные технологии применения удобрений. – Львов: ЛьвГУ, 1989, 144 с.
374. Кубарева Л.С. Фосфорные удобрения. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 25 с.
375. Кудяров В.Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений. – М.: Наука, 1989. – 216 с.
376. Кузина К.И., Мочалова А.Д., Покровская С.Ф. Влияние минеральных удобрений на качество продукции и окружающую среду. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. – 68 с.

377. Кузина К.И., Фокина В.Д., Покровская С.Ф. Химизация, Окружающая среда и качество продукции. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1982. – 58 с.
378. Кузнецова Р.Я. Рапс – высокоурожайная культура. – Л.: Колос, 1975. – 84 с.
379. Кук Д.У. Система удобрения для получения максимальных урожаев. – М.: Колос, 1975. – 416 с.
380. Кукреш Л.В. Вика. – М.: Агропромиздат, 1989. – 48 с.
381. Кукуруза / Под ред. П.И. Сусидко и В.С. Цикова. – Киев: Урожай, 1978. – 296 с.
382. Кукуруза / Состав. В.Х. Зубенко. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1964. – 247 с.
383. Кукуруза и ее улучшение / Под ред. П.М. Жуковского. – М.: Изд-во ИЛ, 1957. – 557 с.
384. Кукуруза на корм. Производство и использование / Перевод с англ. Е.Н. Фолькман – М.: Колос, 1983. – 343 с.
385. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
386. Кулик М.С. Погода и минеральные удобрения. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 140 с.
387. Культура картофеля. / Ред. Н.Т. Масленников. – М. – Л.: ВАСХНИЛ, 1937. – 136 с.
388. Культура лугов. / Гл. ред. А.Л. Семёнов. – Минск: Урожай, 1965. – 159 с.
389. Культура томатов / Под ред. Д.Д. Брежнева. – М.: Госсельхозиздат, 1958. – 190 с.
390. Кумаков В.А. Физиология яровой пшеницы. – М.: Колос, 1980. – 207 с.
391. Лаврова И.А. Ингибиторы нитрификации и эффективность азотных удобрений. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1990. – 40 с.
392. Лаврухин В.А., Мацуца В.К., Беспямятнов А.Д., Суббота Е.М. Возделывание и уборка кукурузы на зерно и силос. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 71 с.
393. Ладонин В.Ф., Алиев А.М. Комплексное применение гербицидов и удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.
394. Лапа В.В., Босак В.Н. Плодородие почв и применение удобрений. – М.: Изд-й Дом МСП, 2005. – 128 с.
395. Лебедева А.Т. Тыква, кабачок, патиссон. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 63 с.
396. Лебедева Л.А., Едемская Н.Л. Научные принципы системы удобрения с основами экологической агрохимии. – М.: МГУ, 2005. – 320 с.
397. Лебедик А.И. Новое в выращивании сахарной свеклы. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1981. – 80 с.
398. Лебедик А.И. Прогрессивная технология механизированного выращивания сахарной свеклы в Краснодарском крае. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1976. – 176 с.
399. Лешин В.К. Виноград. – Саратов: Саратов. кн. изд-во, 1954. – 213 с.
400. Лен – долгунец / Под ред. М.М. Труша. – М.: Колос, 1976. – 350 с.
401. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборка / Под ред. Н.И. Бочкарева. – Краснодар: ВНИИМК, 2008. – 191 с.
402. Леонтьев В.М. Чечевица. – М. – Л.: Госсельхозиздат, 1960. – 92 с.
403. Леплявченко Л.И., Малюга Н.Г., Леплявченко Л.П. Растительная диагностика для применения удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 64 с.
404. Лещенко А.К. Культура сои. – Киев: Наукова думка, 1978. – 236 с.
405. Липкина Г.С. Почвенно-экологические условия и применение удобрений. – М.: ВНИИЭИагропром, 1990. – 57 с.
406. Лисицин П.И. Вопросы биологии красного клевера. – М.: Сельхозгиз, 1947. – 344 с.

407. Лисовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.Н. Система применения удобрений. – Киев: Выща школа, 1989. – 319 с.
408. Листопадов И.Н., Шапашникова И. М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 205 с.
409. Литвак Ш.И. Фосфор на службе урожая. – М.: Просвещение, 1979. – 134 с.
410. Лихонос Ф.Д. Яблоня. – М.: Сельхозгиз, 1950. – 136 с.
411. Лобазнов В.А. Гладиолусы. – М.: Колос, 1993. – 78 с.
412. Лоза А.К., Казанкова В.И. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1990. – 112 с.
413. Лозановская И.Н., Орлов Д. С., Попов П.Д. Теория и практика использования органических удобрений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 96 с.
414. Лорх А.Г. Картофель. – М.: Московский рабочий, 1955. – 156 с.
415. Лосев А.П. Погода и урожай яблони. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 88 с.
416. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. – М.: ВНИИА, 2012. – 512 с.
417. Лугопастбищные травы / Сост. В.П. Будюк. – М.: Колос, 1966. – 408 с.
418. Лудилов В.А., Гикало Г.С., Гиш Р.А. Культура перца на Северном Кавказе. – Краснодар: КубГАУ, 1999. – 214 с.
419. Лукьяненко П.П. Возделывание озимой пшеницы на Кубани. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1957. – 190 с.
420. Лупина А.А., Чумаченко И.Н., Сушеница Б.А., Касицкий Ю.И. Исследование процессов трансформации биогенных элементов в карбонатных почвах с использованием современных методов. – М.: ЦИНАО, 2003. – 164 с.
421. Лысенко Т.Д. Почвенное питание растений. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 224 с.
422. Лысов В.Н. Просо. – Л.: Колос, 1968. – 224 с.
423. Любин В.Н., Никитаев С.А., Слугинов В.М. Возделывание и уборка сахарной свеклы. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 62 с.
424. Люттге У., Хигинботам Н. Передвижение веществ в растениях. – М.: Колос, 1984. – 408 с.
425. Люцерна / Отв. ред. М.Н. Елсуков. – М.: Госсельхозиздат, 1950. – 391 с.
426. Люцерна / Сост. М.И. Тарковский. – М.: Колос, 1974. – 240 с.
427. Магницкий К., Верхов П., Булаев В., Камынин М. Применение удобрений в Нечерноземной зоне. – М.: Московский рабочий, 1965. – 239 с.
428. Магницкий К.П. Диагностика потребности растений в удобрениях. – М.: Московский рабочий, 1972. – 272 с.
429. Магницкий К.П. Контроль питания полевых и овощных культур. – М.: Московский рабочий, 1964. – 304 с.
430. Майдебур В.И., Васюта В.М., Мережко И.М., Бурковский В.В. Выращивание плодовых и ягодных саженцев. – Киев: Урожай, 1984. – 232 с.
431. Майсурян Н.А., Атабекова А.И. Люпин. – М.: Колос, 1974. – 464 с.
432. Макаренко Л.Н. Интенсификация применения минеральных удобрений в странах Европы. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1987 – 47 с.
433. Макаренко Л.Н. Применение удобрений в интенсивном земледелии Германии. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1991. – 45 с.
434. Макаренко Ю.Е. Чем и как удобрять землю. – М.: Типог. И.Д. Сытина, 1912. – 90 с.
435. Макаров М.И. Фосфор органического вещества почв. – М.: ГЕОС, 2009. – 397 с.
436. Макашева Р.Х. Горох. – Л.: Колос, 1973. – 312 с.
437. Максимов Д.С. Агротехника высоких урожаев многолетних трав. – М.: Россельхозиздат, 1966. – 176 с.
438. Малець Г. Исследование культуры табака и махорки. – Лохвица, 1904. – 179 с.

439. Малинин Б.М., Конасов Ю.А. Система удобрений на мелиорируемых землях Нечерноземной зоны. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 48 с.
440. Малюга Н.Г. Озимая сильная пшеница на Кубани. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1992. – 240 с.
441. Малюга Н.Г., Квашин А.А., Загорулько А.В. Подсолнечник. Биология и агротехника выращивания на юге России. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – 302 с.
442. Малюга Н.Г., Паршин Б.П., Святко В.И. Передовой опыт Кубани по производству сильных и ценных пшениц. – М.: 1981. – 40 с.
443. Мантрова Е.З. Зимостойкость роз в зависимости от способов внесения удобрений. – М.: МГУ, 1984. – 144 с.
444. Маркелова И.В. Лимоны. Уход и выращивание. – М.: Авеонт, 2006. – 96 с.
445. Марковский А.Г. Удобрение полевых культур. – Куйбышев: Куйб. кн изд-во, 1970. – 248 с.
446. Марчук И.У., Савчук А.В., Филонов Е.А., Макаренко В.И., Розстальный В.Е. Удобрения и их использование. М.: ЕвроХим, 2011. – 350 с.
447. Масличные и эфиромасличные культуры / Под ред. В.С. Пустовойта. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 576 с.
448. Мацко В.Н., Штыба В.П., Грибачев Е. П. Жидкие удобрения и урожай. – Краснодар: Кр. Кн. изд-во, 1976. – 48 с.
449. Мацков Ф. Ф. Внекорневое питание растений. – Киев: Изд-во АН УССР, 1957. – 264 с.
450. Мацков Ф. Ф. Подкормка растений через листья. – Киев: Изд-во АН УССР, 1952. – 56 с.
451. Медиокритская Л.Н. Влияние минеральных удобрений на качество озимой пшеницы, кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы. – Кишинев: 1970. – 21 с.
452. Мееровский А.С., Бирюкович А.Л. Оптимизация травостоев сенокосов и пастбищ. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 231 с.
453. Мерзлая Г.Е., Новиков М.Н., Еськов А.И., Тарасов С.И. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза. – М.: ВНИИТИОУ, 2006. – 463 с.
454. Метлицкий З.А. Агротехника плодовых культур. – М.: Колос, 1973. – 519 с.
455. Метлицкий З.А., Метлицкий О.З. Яблоня. – М.: Колос, 2008. – 243 с.
456. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия/ Под ред. А. Л. Иванова и Л.М. Державина. – М.: РАСХН, 2008. – 392 с.
457. Микеладзе А.Д. Субтропические плодовые и технические культуры. – М.: Агропромиздат, 1988. – 288 с.
458. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. – М.: МГУ, 1999. – 332 с.
459. Минеев В.Г. Удобрение озимой пшеницы. – М.: Колос, 1973. – 208 с.
460. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
461. Минеев В.Г., Дебрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. – М.: Колос, 1993. – 415 с.
462. Минеев В.Г., Ивлев М.М., Аникст Д.М. Удобрение зерновых культур. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 160 с.
463. Минеев В.Г., Павлов А.Н. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы. – М.: Колос, 1981. – 288 с.
464. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х. Агрохимия, биология и экология почвы. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 207 с.

465. Минеральное питание в онтогенезе риса / Под ред. Л.Г. Добрунова. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1982. – 188 с.
466. Минеральное питание плодовых и ягодных культур / Пер. с англ. З.А. Метлицкого и Л.Ф. Блинова. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 520 с.
467. Минеральное питание растений / Отв. ред. Л.Г. Добрунов. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1968. – 108 с.
468. Минеральное питание риса / Под ред. Л.Г. Добрунова. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1972. – 128 с.
469. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР/ Отв. ред. Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1985. – 270 с.
470. Минина И.П. Луговые травосмеси. – М.: Колос, 1972. – 288 с.
471. Минюк П.М. Фасоль. – Минск: Ураджай, 1981. – 96 с.
472. Митрофанов А.С., Митрофанова К.С. Овес. – М.: Колос, 1972. – 269 с.
473. Михайлов Н.Н., Книпер В.П. Определение потребности растений в удобрениях. – М.: Колос, 1971. – 256 с.
474. Михайлова Л.А., Кротких Т.А. Особенности питания и удобрения основных сельскохозяйственных культур на почвах Предуралья. – Пермь: Перм. ГСХА, 2012. – 224 с.
475. Мишуренко А.Г., Красюк М.М. Виноградный питомник. – М.: Агропромиздат, 1987. – 268 с.
476. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. – М.: Наука, 1968. – 532 с.
477. Моисеев А.А., Ахметов Ш.И. Симбиотический азот и продуктивность земледелия в условиях южной лесостепи. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. – 212 с.
478. Молекулярные механизмы усвоения азота растениями/ Отв. ред. Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1983. – 263 с.
479. Монография о кукурузе / Перев. с чешского М.П. Умнова. – М.: Колос, 1965. – 781 с.
480. Морарь В.И. Комплексное использование химических средств в земледелии. – Кишинев: Картя Молдовенянкэ, 1976. – 44 с.
481. Мосолов И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений. – М.: Колос, 1979. – 255 с.
482. Мудрова А.А. Селекция озимой твердой пшеницы на Кубани. – Краснодар: КНИИСХ, 2004. – 190 с.
483. Музыкантов П. Д., Карцев Ю.Г. Определение потребности в минеральных удобрениях. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 40 с.
484. Муравин Э.А. Ингибиторы нитрификации. – М.: Агропромиздат, 1989. – 247 с.
485. Муханова Ю.И. Зеленные овощи. – М.: Московский рабочий, 1975. – 112 с.
486. Мухин А.А. Индустриальная технология возделывания кукурузы. – М.: Колос, 1984. – 127 с.
487. Мюллер Х. Культура земляники. – М.: Колос, 1970. – 112 с.
488. Нагорный В.Д. Система удобрения тропических и субтропических культур. – М.: УДН, 1984. – 104 с.
489. Надь Янош. Кукуруза. – Будапешт: Graft Pencil, 2010. – 449 с.
490. Назарюк В.М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 257 с.
491. Назарюк В.М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 364 с.
492. Назарюк В.М. Эколого-агрохимические и генетические проблемы регулируемых агроэкологических систем. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 240 с.

493. Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе почва – растение. – М.: Колос, 1980. – 368 с.
494. Найдин П.Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 263 с.
495. Наконечная З.И. Агроэкологическое обоснование системы удобрения в зерно-свекловичных севооборотах Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 373 с.
496. Натальин Н.Б. Рисоводство. – М.: Колос, 1973. – 280 с.
497. Научные основы и рекомендации по применению удобрений в Казахстане / Отв. ред. В.Д. Панников. – Алма-Ата: «Кайнар», 1982. – 161 с.
498. Научные основы и рекомендации по применению удобрений в Киргизии. – Фрунзе: «Кыргызстан», 1984. – 172 с.
499. Научные основы и рекомендации по применению удобрений в Нечерноземной зоне Европейской части РСФСР / Отв. за вып. В.Г. Минеев, А.В. Постников и М.О. Экзарова. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 255 с.
500. Научные основы и рекомендации по применению удобрений в районах Зауралья, Сибири и Дальнего Востока/ Отв. ред. В.Д. Панников. – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1976. – 200 с.
501. Научные основы повышения эффективности применения удобрений в Украинской ССР и Молдавский ССР/ Ред. В.Г. Минеев, Б.С. Носко и В.Г. Унгуриян. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 220 с.
502. Научные основы применения удобрений в республиках Средней Азии/ Отв. за вып. В.Г. Минеев. – Ташкент: Узбекистан, 1977 – 170 с.
503. Научные основы эффективного применения удобрений в Поволжье и Оренбургской области/ Отв. ред. В.Д. Панников. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1983. – 168 с.
504. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. – Санкт-Петербург, 2005. – 252 с.
505. Негруль А.М., Чигрин В.Н., Кузьмин А.Я. Культура винограда. – М.: Госсельхозиздат, 1958. – 247 с.
506. Неттевич Э.Д., Сергеев А.В., Лызлов Е.В. Зерновые фуражные культуры. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 192 с.
507. Неттевич Э.Ф. Яровая пшеница в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 220 с.
508. Никитенко Г.Ф., Русков В.Е. Удобрения и качество продукции. – М.: Московский рабочий, 1978. – 128 с.
509. Никитишен В.И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Наука, 1984. – 214 с.
510. Никитишен В.И. Питание растений и удобрение агроэкосистем в условиях ополей Центральной России. – М.: Наука, 2012. – 485 с.
511. Никитишен В.И. Эколого-агрохимические основы сбалансированного применения удобрений в адаптивном земледелии. – М.: Наука, 2003. – 183 с.
512. Никитишен В.И., Курганова Е.В. Плодородие и удобрение серых лесных почв ополей Центральной России. – М.: Наука, 2007. – 367 с.
513. Ниловская Н.Т., Карманенко Н.М. Приемы управления продукционным процессом озимой пшеницы агрохимическими средствами при низких температурных воздействиях и различных погодных условиях выращивания. – М.: ВНИИА, 2009. – 120 с.
514. Ниловская Н.Т., Осипова Л.В. Приемы управления продукционным процессом яровой пшеницы агрохимическими средствами в условиях засухи. – М.: ВНИИА, 2009. – 176 с.

515. Нистоцкий Н.Н. Повышение эффективности садоводства и виноградарства. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1982. – 112 с.
516. Нитраты и качество продуктов растениеводства/ Отв. Ред. В.И. Кирюшин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 168 с.
517. Новиков М.Н., Хохлов В.И., Рябков В.В. Птичий помет – ценное органическое удобрение. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 80 с.
518. Новое в агротехнике ягодных культур / Под ред. В.Г. Трушечкина. – М.: Колос, 1972. – 231 с.
519. Новоселов С.Н. Сахарная кукуруза: история, селекция, экономика. – Пятигорск: РИА-КМВ, 2007. – 564 с.
520. Новые адаптивные энерго- и почвосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы и кукурузы в Краснодарском крае. – Краснодар, 2002. – 104 с.
521. Новые сорта озимой пшеницы / Под ред. П.П. Лукьяненко. – М.: Колос, 1972. – 288 с.
522. Носатовский А.И. Пшеница. – М.: Колос, 1965. – 568 с.
523. Носов П.В. Фосфорные удобрения и их рациональное использование. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1969. – 112 с.
524. О питании растений/ Ред. А.Ф. Калинин, И.В. Мосолов, И.И. Павлов, В.В. Яковлева. – М.: Сельхозиздат, 1955. – 302 с.
525. Овощеводство на Кубани / Ред. В.М. Ещенко. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1970. – 400 с.
526. Овощеводство на Кубани / Ред. И.В. Леонтович. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1955. – 130 с.
527. Озимая пшеница / Ред. Л.Я. Шибиков. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1964. – 64 с.
528. Озимая пшеница / Сост. Л.В. Горынин. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 160 с.
529. Озимая пшеница / Сост. П.К. Кавун. – М.: Сельхозиздат, 1957. – 576 с.
530. Озимая пшеница / Сост. П.К. Кавун. – М.: Сельхозиздат, 1958. – 600 с.
531. Озимая пшеница. Рекомендации по получению качественного зерна при интенсивном возделывании / Крищенко В.П., Лакалина О.И., Ченкин А.Ф., Литвак Ш.И., Чугунов А.И., Исаев В.В. – М.: ЦИНАО, 1986. – 92 с.
532. Озимая рожь / Под ред. А.И. Жолобова. – М.: Колос, 1983. – 159 с.
533. Озимая рожь / Ред. А.И. Ревенкова и А.И. Григорьева. – М.: Госсельхозиздат, 1959. – 322 с.
534. Озимый ячмень / Перев. с нем. В.И. Пономаревой. – М.: Колос, 1980. – 241 с.
535. Озимый ячмень / Ред. Н.И. Данкова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 80 с.
536. Оканенко А.С., Берштейн Б.И. Калий, фотосинтез и фосфорный метаболизм у свеклы. – Киев: Наукова думка, 1969. – 212 с.
537. Олексенко Ю.Ф. Прогрессивная технология возделывания сорго. – Киев: Урожай, 1986. – 80 с.
538. Олисаев В.А., Демьянов В.Д. Орех грецкий на Северном Кавказе. – Орджоникидзе: Изд-во ИР, 1978. – 112 с.
539. Ониани О.Г. Агрохимия калия. – М.: Наука, 1981. – 200 с.
540. Операционная технология возделывания сахарной свеклы / Сост. В.С. Глуховский, Н.М. Зуев. – Киев: Урожай, 1988. – 240 с.
541. Операционная технология применения минеральных удобрений / Сост. М.Н. Марченко. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 175 с.
542. Операционная технология производства подсолнечника / Сост. Г.И. Барабаш. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 208 с.

543. Операционная технология производства сахарной свеклы / Сост. В.С. Глуховский, С.А. Забаштанский, М.Н. Марченко, К.С. Орманджи. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 189 с.
544. Оптимальные параметры плодородия почв / Под ред. Т.Н. Кулаковской – М.: Колос, 1984. – 271 с.
545. Оптимизация водного и азотного режимов почвы / Под ред. И.И. Судницына и М.М. Умарова. – М.: МГУ, 1988.
546. Оптимизация питания и продуктивность сельскохозяйственных растений/ Отв. ред. С.И. Тома. – Кишинев: Штиинца, 1982. – 106 с.
547. Оптимизированные подкормки сахарной свеклы / Ред. С.И. Тома. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 166 с.
548. Органические удобрения, плодородие почв и урожай / Отв. ред. А.Ф. Урсу. – Кишинев: 1983. – 116 с.
549. Орехоплодные древесные породы / Под ред. Ф.Л. Щепотьева. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 368 с.
550. Орлова А.Н., Литвак Ш.И. От азота до урожая. – М.: Просвещение, 1976. – 160 с.
551. Орловский Н.И. Основы биологии сахарной свеклы. – Киев: Госсельхозиздат УССР, 1961. – 324 с.
552. Осипов А.И., Соколов О.А. Роль азота в плодородии почв и питании растений. – Санкт-Петербург, 2001. – 160 с.
553. Основные условия эффективного применения удобрений / Отв. ред. В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1983. – 298 с.
554. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на юге России/ Под ред. В.В. Агеева. – Ставрополь: СтГСХА, 1999. – 112 с.
555. Отрыганьев А.В. Удобрение табака в Краснодарском крае. – Краснодар: Кр. кн. изд-во, 1954. – 76 с.
556. Отходы гидролизных и целлюлозных заводов, как удобрения / Отв. ред. Ф.Э. Реймер с. – Новосибирск: Наука, 1976. – 128 с.
557. Очтер Е.К., Кнепп Г.В. Плодоводство и ягодоводство. – М. – Л.: Госсельхозиздат, 1934. – 368 с.
558. Паавилайнен Э. Применение минеральных удобрений в лесу. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 96 с.
559. Павленко Н.В., Варфоломеева Н.И. Биологические основы выращивания цветочных культур. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 248 с.
560. Пайлик И.С. Микроудобрения и урожай кукурузы. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 115 с.
561. Панасин В.И. Микроэлементы и урожай. – Калининград: Кал. кн. изд-во, 2000. – 276 с.
562. Панников В.Д. Почвы, удобрения и урожай. – М.: Колос, 1964. – 336 с.
563. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
564. Панфилов В.Н., Соколов А.В. Диагностика питания растений. – М.: Сельхозгиз, 1944. – 64 с.
565. Патрон П.И. Комплексное действие агроприемов в овощеводстве. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 284 с.
566. Пахомов В.И. Люцерна и пчелы в Адыгее. – Майкоп: АдыгНИИСХ, 2001. – 144 с.
567. Переднев В.П. Морковь. – Минск: Ураджай, 1976. – 64 с.
568. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 184 с.

569. Петербургский А.В. Корневое питание растений. – М.: Россельхозиздат, 1964. – 254 с.
570. Петербургский А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. – М.: Наука, 1979. – 168 с.
571. Петербургский А.В. Обменное поглощение в почве растениями питательных веществ. – М.: Высшая школа, 1959. – 252 с.
572. Петербургский А.В. Почва, удобрения и урожай. – М.: Знание, 1985. – 64 с.
573. Петербургский А.В. Агрохимия и успехи современного земледелия. – Пушкино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. – 221 с.
574. Петибская В.С., Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Соя: качество, использование, производство. – М., 2001. – 64 с.
575. Петренко А.П. Выращивание столовой свеклы без прореживания. – Л.: Лениздат, 1974. – 88 с.
576. Петриченко В.Н. Микроэлементы в овощеводстве. – М.: Наука, 1998. – 356 с.
577. Петров В.А., Борзаковский И.В. Учебная книга свекловода. – М.: Колос, 1974. – 183 с.
578. Петров В.А., Зубенко В.Ф. Свекловодство. – М.: Колос, 1981. – 302 с.
579. Пикун П.Т. Люцерна и ее возможности. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 310 с.
580. Питание и продуктивность растений / Отв. ред. М.Д. Кушниренко. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 132 с.
581. Питание и удобрение растений / Отв. ред. П.А. Власюк. – Киев: Наукова думка, 1965. – 250 с.
582. Питание растений и применение удобрений / Под ред. Д. И. Казинцева, А.Ф. Калининича, А.Н. Лапшиной, И.П. Мамченкова и И.В. Мосолова. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 216 с.
583. Питание растений и удобрение / Под ред. А.Г. Шестакова, - М.: МСХА, 1954. – 226 с.
584. Пищевая кукуруза / Состав: В.И. Корнеев. – М.: Колос, 1966. – 288 с.
585. Плодовый питомник / Под ред. З.А. Меглицкого. – М.: Колос, 1978. – 351 с.
586. Плодородие почв и зеленое удобрение / Под ред. Т.Б. Лебедевой и С.М. Надежкина. – Москва-Пенза, 1997. – 129 с.
587. Плодородие почв и пути его повышения / Под ред. Н.П. Панова – М.: Колос, 1983. – 174 с.
588. Плодородие почвы и урожай / Науч. ред. Н.Н. Бородин – Ростов-на-Дону: Рост. кн. изд-во, 1981. – 128 с.
589. Повышение плодородия почв и продуктивности сельского хозяйства при интенсивной химизации / Ред. Л.И. Кораблева и А.В. Петербургский. – М.: Наука, 1983. – 316 с.
590. Повышение плодородия почв и эффективность удобрений / Под ред. А.Б. Глуховского. – Краснодар, 1980. – 64 с.
591. Повышение продуктивности озимой пшеницы / Ред. Г.Р. Пикуш. – Днепрпетровск, 1980. – 200 с.
592. Подколзин А.И. Плодородие почвы и эффективность удобрений в земледелии юга России. – М.: МГУ, 1997. – 182 с.
593. Подколзин А.И. Удобрение и продуктивность озимой пшеницы. – М.: МГУ, 2000. – 192 с.
594. Подколзин А.И. Эволюция, воспроизводство плодородных почв и оптимизация применения удобрений в агроландшафтах Центрального Предкавказья. Автореф. дисс. д-ра биол. наук. – М., 2008. – 45 с.

595. Подколзин А.И., Демкин В.И., Бурлай А.В. Микроэлементы в земледелии юга России. – Ставрополь, 2002. – 352 с.
596. Подсолнечник / Под ред. В.С. Пустовойта. – М.: Колос, 1975. – 592 с.
597. Подсолнечник / Под ред. З.Б. Борисоника. – Киев: Урожай, 1981. – 176 с.
598. Покровская С.Ф. Пути снижения содержания нитратов в овощах. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1988. – 60 с.
599. Полимбетова Ф. А., Мамонов Л. К. Физиология яровой пшеницы в Казахстане. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1980. – 288 с.
600. Полифосфаты и минеральное питание растений / Под ред. Е.А. Продана. – Минск: Наука и техника, 1978. – 232 с.
601. Пономарев В.И. Повышение зимостойкости озимой пшеницы. – М.: Госсельхозиздат, 1975. – 139 с.
602. Поплева Е.А. Смородина и крыжовник. – М.: Издат. Дом ИСП, 2003. – 176 с.
603. Попов А.В. Применение удобрений. – Санкт-Петербург: «Золотой век», 2000. – 160 с.
604. Попова В.П. Агроэкологические аспекты формирования продуктивных садовых экосистем. – Краснодар: СКНИИСиВ. – 2005. – 242 с.
605. Постников А.В. Химизация сельского хозяйства. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 223 с.
606. Постников А.В., Марков В.А. Химизация земледелия РСФСР. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 238 с.
607. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка. – М.: МСХА, 1993. – 272 с.
608. Посыпанов Г.С. Кормовые зернобобовые культуры. – М.: Знание, 1979. – 64 с.
609. Потеха Н.Г. Агротехника кормовой свеклы на Кубани. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1974. – 80 с.
610. Потеха Н.Г. Возделывание кормовой свеклы на Кубани. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1969. – 88 с.
611. Потеха Н.Г. Кормовая свекла. – Краснодар: КубСХИ, 1973. – 16 с.
612. Потушанский В.А., Тимергалиев И.Ф., Немцев С.Н. Озимая пшеница в лесостепи, Поволжья. – Ульяновск: Сибирская книга, 2003. – 88 с.
613. Почвенно-агрохимические основы устойчивости земледелия Центрально-черноземной зоны / Под ред. Н.З. Милащенко. – М.: Агропромиздат, 1991. – 143 с.
614. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур / Под ред. В.В. Медведева. – Киев: Урожай, 1991. – 175 с.
615. Почвенные условия и эффективность удобрений. Вып. 2 / Отв. ред. И.И. Канивец. – Киев: Урожай, 1966. – 272 с.
616. Почвы и удобрение цветочных растений / Отв. за вып. Ю.Г. Хацкевич. – Минск: Харвест. – 2002. – 48 с.
617. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания гречихи / Сост. Ю.А. Шашкин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 48 с.
618. Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесной зоны / Ред. А.И. Оляшев, И.П. Проскура, В.Г. Игловиков и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 136 с.
619. Признаки голодания растений / Под ред. А.В. Петербургского. – М.: Изд-во ИЛ, 1957. – 230 с.
620. Приймак А.К. Обработка почвы и удобрения молодых и плодоносящих садов Кубани. – Краснодар: Кран с. кн. изд-во, 1957. – 27 с.
621. Приймак А.К. Удобрение плодовых деревьев. Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1969. – 256 с.

622. Применение удобрений на эродированных почвах / Гл. ред. Д.А. Кореньков. – М.: Колос, 1974. – 220 с.
623. Применение удобрений с поливной водой при орошении культур дождеванием / Отв. ред. Б.Д. Кавунников. – Краснодар, 1985. – 38 с.
624. Проблемы фиксации азота / Под ред. А.Е. Шилова и Г.И. Лихтенштейна. – М.: Мир, 1982. – 735 с.
625. Прогрессивная технология выращивания сахарной свеклы / Под. ред. П.Т. Шаповалова. – М.: Колос, 1973. – 136 с.
626. Производство зерна интенсивных сортов озимой пшеницы / Под. ред. П.П. Лукьяненко и В.Н. Ремесло. – М.: Колос, 1975. – 216 с.
627. Производство картофеля: возделывание, уборка, послеуборочная доработка, хранение / Сост. Б.А. Писарев. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 223 с.
628. Прокошев В.В. Калийные удобрения. – М. Россельхозиздат, 1977. – 48 с.
629. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. – М.: Ледум, 2000 – 185 с.
630. Пругар Я., Пругарова А. Избыточный азот в овощах. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
631. Пруцков Ф.М. Озимая пшеница. – М.: Колос, 1976. – 352 с.
632. Пруцков Ф.М., Осипов И.П. Интенсивная технология возделывания зерновых культур. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 269 с.
633. Прянишников Д.Н. Частное земледелие (Растения полевой культуры). – М., 1934 / Д.Н. Прянишников. Избранные сочинения. Т. 2. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 712 с.
634. Пути регуляции процессов и способов корневого питания растений/ Под ред. А.Д. Хоменко. – Киев: Наукова думка, 1978. – 188 с.
635. Пухальская Н.В., Сычев В.Г., Собачкин А.А., Павлова Н.И. Особенности калийного питания сельскохозяйственных растений в оптимальных и неблагоприятных условиях. – М.: ВНИИА, 2009. – 192 с.
636. Пчелкин В.У. Почвенный калий и калийные удобрения. – М.: Колос, 1966. – 336 с.
637. Пшеница / Гл. ред. В.Н. Ремесло. – Киев: Урожай, 1977. – 428 с.
638. Пшеница в СССР / Под. ред. П.М. Жуковского. – М.-Л.: Сельхозиздат, 1957. – 632 с.
639. Пшеница и ее улучшение / Под. ред. М.М. Якубцинера, Н.П. Козьминой и Л.Н. Любарского. – М.: Колос, 1970. – 519 с.
640. Пшеница и оценка ее качества / Под. ред. Н.П. Козьминой и Л.Н. Любарского. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
641. Пшеницы мира / Под. ред. Д.Д. Брежнева. – М.: Колос, 1976. – 487 с.
642. Работнов Т.А. Экология луговых трав. – М.: МГУ, 1985. – 176 с.
643. Радов А.С., Пустовой И.В. Удобрение в овощеводстве. – Сталинград: Стал. кн. изд-во, 1961. – 80 с.
644. Радов А.С., Столыпин Е.И. Удобрение в орошаемом земледелии. – М.: Наука, 1978. – 224 с.
645. Развитие овощеводства в Российской Федерации: состояние перспективы / Отв. за выпуск Л.А. Смирнова. – М.: Росинформагротех, 2010. – 224 с.
646. Рапс – культура XXI века: аспекты использования на продовольственные, кормовые и энергетические цели / Ред. В.В. Карпачев, И.В. Артемов и В.В. Шогорев. – Липецк, 2005. – 288 с.
647. Рапс, сурепица / Под ред. А.А. Гольцова. – М.: Колос, 1983. – 192 с.
648. Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под ред. М.Я. Школьника и Н.В. Алексеевой. – Л.: Наука, 1983. – 176 с.

649. Ратнер Е.И. Минеральное питание растений и поглотительная способность почв. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 319 с.
650. Ратнер Е.И. Питание растений и применение удобрений. – М.: Наука, 1965. – 124 с.
651. Реакция суходольного луга на минеральные удобрения / Отв. ред. В.И. Василиевич. – М.: Наука, 1987. – 160 с.
652. Регуляция роста и развития картофеля / Отв. ред. М.Х. Чайлахян, А.Т. Мокронос. – М.: Наука, 1990. – 176 с.
653. Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями Российской Федерации (К 70-летию Геосети) / Под ред. В.Г. Сычева. – М.: ВНИИА, 2011. - 372 с.
654. Рекомендации по комплексному применению агрохимических средств в современных технологиях возделывания зерновых культур / Под ред. В.Ф. Ладонина. – М.: Агроконсалт, 2001. – 64 с.
655. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия / Под ред. А. Л. Иванова и Л.М. Державина. – М.: Росинформагротех, 2010. – 464 с.
656. Риекстиня В.Э., Риекстиньш И.Р. Клематисы. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
657. Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф. Оптимизация минерального питания полевых и тепличных культур. – Рига: Зинатне, 1977. – 168 с.
658. Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. – Рига: Зинатне, 1982. – 304 с.
659. Ринькис Г.Я., Рамане Х.К., Паэгле Г.В., Куницкая Т.А. Система оптимизации и методы диагностики минерального питания растений. – Рига: Зинатне, 1989. – 196 с.
660. Рис / Под ред. П.С. Ерыгина и Н.Б. Натальина. – М.: Колос, 1968. – 328 с.
661. Рис / Сост. Н.Б. Натальин. – М.: Колос, 1965. – 327 с.
662. Рис и его качество / Под ред. Е.П. Козьминой. – М.: Колос, 1976. – 400 с.
663. Рисоводство / Под ред. С.А. Мазурина. – Ташкент: Укитувчи, 1981. – 256 с.
664. Рожь: производство, химия и технология / Перев. с англ. В.И. Дашевского и Н.А. Емельяновой. – М.: Колос, 1980. – 247 с.
665. Розанов Н.С., Усенко Ф.И. Заготовка и применение торфяных удобрений. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 231 с.
666. Романенко Г.А., Тютюнников А.И. Агробиологические основы возделывания однолетних растений на корм. – М.: РАСХН, 1999. – 500 с.
667. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения, значение, эффективность применения. – М.: ЦИНАО, 1998. – 376 с.
668. Романова Е.Г. Плодоводство с основами декоративного садоводства в южной зоне. – М.: Высшая школа, 1976. – 392 с.
669. Ромашов П.И. Удобрение лугов и пастбищ. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 232 с.
670. Ромашов П.И. Удобрение сенокосов и пастбищ. – М.: Колос, 1969. – 184 с.
671. Рубин С.С. Удобрение плодовых и ягодных культур. – М.: Колос, 1974. – 224 с.
672. Рубина С.С. Содержание почвы и удобрение в интенсивных садах. М.: Колос, 1983. – 272 с.
673. Рубцов В.В. Удобрение садов и ягодников. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 56 с.
674. Рубцова В.В. Виноград. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1969. – 168 с.
675. Рыженкова Ю.Н. Тюльпаны. – М.: Издательский дом МСП, 2003. – 64 с.
676. Рылов Г.П. Груша в Белоруссии. – Минск: Ураджай, 1991. – 238 с.

677. Рябых Р. С., Байкова С.Н. Применение удобрений в овощеводстве защищенного грунта. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 62 с.
678. Ряднова И.М. Персик Северного Кавказа. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1974. – 126 с.
679. Сабинин Д.А. Физиологические основы питания растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 512 с.
680. Савельев С.И., Соловьева Т.Ф., Святко В.И. Полосовой посев кукурузы на Кубани. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1974. – 80 с.
681. Савчук Л.П. Эфиромасличные культуры и климат. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 207 с.
682. Сафонова Л.В., Власова Э.А. Корнеплодные растения. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 295 с.
683. Салфетников А.А. Эспарцет. – Краснодар: «Эвди», 2008. – 315 с.
684. Самерсов В.Ф., Горовая С.Л. Влияние минеральных удобрений на насекомых. – Минск: Наука и техника, 1976. – 136 с.
685. Самойлов И.И. Система удобрения в севооборотах Нечерноземной зоны. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1948. – 128 с.
686. Самохвалов Г.К. Минеральное удобрение как фактор индивидуального развития растений. – Харьков: Изд-во Хар. ун-та, 1955. – 188 с.
687. Самсонов М.М. Сильные и твердые пшеницы СССР. – М.: Колос, 1967. – 168 с.
688. Самсонова Л.И. Лимоны, апельсины, мандарины в нашем доме. Выращивание, уход, лечебные свойства. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 160 с.
689. Сандалов Б.Г. Семеноводство сахарной свеклы. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1967. – 191 с.
690. Сапиев А.М., Воронцов В.В., Кобляков В.В. Субтропическое садоводство России. – М.: Родник, 1997. – 184 с.
691. Сапожников Н.А., Корнилов М.Ф. Научные основы системы удобрения в Нечерноземной полосе. – Л.: Колос, 1977. – 296 с.
692. Саранин К.И., Беляков И.И. Озимая рожь в Нечерноземье. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 175 с.
693. Сатибалов А.В. Культура груши на Северном Кавказе. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 75 с.
694. Сафонов М.Д. Лен масличный. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 32 с.
695. Сахарная свекла / Сост. Н. Смирнов. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1977. – 56 с.
696. Свекловодство Т.1 / Гл. ред. М.П. Панасюк. – Киев: Госиздат УССР, 1940. – 918 с.
697. Свекловодство Т.3. / Ред. В.Н. Савченко. – Киев: Госиздат УССР, 1959. – 642 с.
698. Свисюк И.В. Погода и урожайность озимой пшеницы на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 207 с.
699. Свисюк И.В. Погода, интенсивная технология и урожай пшеницы. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 226 с.
700. Свисюк И.В., Гушин И.И., Строкун Н.И. Погода и графический способ расчета оптимальных норм удобрений в полевом севообороте. – Ростов-на-Дону: «Цветная печать», 1997. – 101 с.
701. Свисюк И.В., Гушин И.И., Строкун Н.И. Погода, климат, почва, удобрения и урожай. – Ростов-на-Дону: «Литера-Д», 1995. – 220 с.
702. Сдобникова О.В. Фосфорные удобрения и урожай. – М.: Агропромиздат, 1985. – 111 с.
703. Седов Е.Н. Яблоня. – Харьков: Фолио, 2002. – 320 с.
704. Селевцев В.Ф. Система удобрения в севооборотах. – Свердловск: СвСХИ, 1986. – 56 с.

705. Семенов Н.И. Сады и плодовые Кубани и Черноморья, – Краснодар, 2004. – 221 с.
706. Семенова Л.Г., Бажецева Н.Р. Особенности продуктивности смородины черной и красной в условиях Адыгеи. – Майкоп, 2003. – 142 с.
707. Семенцов А.Ю. Технология производства и использование биоорганического удобрения пикса. – М.: ВНИИА, 2005. – 228 с.
708. Семенюк Г.М. Диагностика минерального питания плодовых культур. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 324 с.
709. Семергей К.И. Система удобрений в хлопковом хозяйстве. – Ашхабад, 1985. – 63 с.
710. Семихненко П.Г., Ключников А.И., Токарев Т.М., Бартнев В.А., Ягодкина В.П., Питерская А.М. Подсолнечник. – М.: Колос, 1965. – 295 с.
711. Сергеев П.А., Харьков Г.Д., Новоселова А.С. Культура клевера на корм и семена. – М.: Колос, 1973. – 288 с.
712. Сергеев П.А., Шаин С.С., Константинова А.М., Герасимова А.И., Миняева О.М., Федосеев Б.В. Клевер. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 423 с.
713. Сергеева К.Д. Крыжовник. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
714. Сердюков А.Н. Чудесные яблоньки. – Л.: Лениздат, 1987. – 112 с.
715. Серпуховитина К.А. Удобрение и продуктивность винограда. – Краснодар: Кр. кн. изд-во, 1982. – 175 с.
716. Серпуховитина К.А. Удобрение, урожай и качество винограда. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1968. – 112 с.
717. Серпуховитина К.А., Худавердов К.А., Красильников А.А. Методические рекомендации по применению удобрений на виноградниках. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2008. – 32 с.
718. Серпуховитина К.А., Худавердов Э.Н., Красильников А.А., Руссо Д.Э. Микроудобрения в виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2010. – 192 с.
719. Серпуховитина С.Ф., Величко Л.В. Виноградарство Краснодарского края. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1958. – 272 с.
720. Серпуховитина С.Ф., Величко Л.В. Виноградарство на Кубани. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1955. – 224 с.
721. Сечняк Л.К., Киндрук Н.А., Слюсаренко О.К., Иващенко В.Г., Кузнецов Е.Д. Экология семян пшеницы. – М.: Колос, 1981. – 349 с.
722. Сильные пшеницы Кубани / Сост. П.В. Басенко. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1975. – 182 с.
723. Симакин А.И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов и удобрения. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1969. – 278 с.
724. Симакин А.И. Удобрение полевых культур на Кубани. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1961. – 132 с.
725. Симакин А.И. Удобрение, плодородие почв и урожай. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1988. – 270 с.
726. Синягин И.И. Агротехнические условия высокой эффективности удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 222 с.
727. Синягин И.И. Прогрессивная технология внесения минеральных удобрений. – М.: Колос, 1975. – 184 с.
728. Синягин И.И. Удобрение и улучшение засоленных почв. – Алма-Ата-Москва: Каз. краев. изд-во, 1934. – 28 с.
729. Синягин И.И., Кузнецов Н.Я. Применение удобрений в Сибири. – М.: Колос, 1979. – 373 с.
730. Система земледелия Краснодарского края / Ред. С.В. Гаркуша, Н.П. Иващенко, И.А. Лобач и др. – Краснодар, 2009. – 268 с.

731. Систематическое применение удобрений при орошении / Отв. ред. Е.И. Тукалова. – Кишинев: Штиинца, 1982. – 223 с.
732. Скраманис А. Плодородие почв и использование навоза. – Рига: Авотс, 1989. – 243 с.
733. Слухай С.И., Ткачук Е. С. Оптимизация водного режима и минерального питания озимой пшеницы. – Киев: Наукова думка, 1978. – 236 с.
734. Смирнова Ю.А. Современные тенденции в потреблении минеральных удобрений в развитых странах мира. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1988. – 53 с.
735. Смиронов П.М. Вопросы агрохимии азота. – М.: МСХА, 1982. – 76 с.
736. Смирнова Н.Н. Удобрение риса. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 64 с.
737. Снытко А.И. Формирование урожая сахарной свеклы в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1978. – 232 с.
738. Совершенствование агрохимического обслуживания колхозов и совхозов / Сост. Н.В. Лисовой. – Киев: Урожай, 1988. – 141 с.
739. Созинов А.А., Жемела Г.П. Улучшение качества зерна озимой пшеницы и кукурузы. – М.: Колос, 1983. – 270 с.
740. Соколов А.В. Агрохимия фосфора. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 151 с.
741. Соколов А.В. Действие и последствие фосфорных удобрений в многолетних опытах. – М.: МСХ СССР, 1957. – 20 с.
742. Соколов А.В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 332 с.
743. Соколов Б.П. Гибриды кукурузы. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 143 с.
744. Соколов О.А. Минеральное питание растений в почвенных условиях. – М.: Наука, 1980. – 193 с.
745. Соколов О.А., Семенов В.М., Агаев В.А. Нитраты в окружающей среде. – Пушкино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1988. – 316 с.
746. Соловьев А.Я. Льноводство. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
747. Соловьев Б.Ф. Суданская трава – высокопродуктивная кормовая культура. – М.: Колос, 1975. – 112 с.
748. Сони́на К.И. Известкование черноземных почв. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1984. – 68 с.
749. Сосновая О.Н. Гербициды и минеральное питание растений. – Киев: Наукова думка, 1983. – 168 с.
750. Составление проекта на применение удобрений / Л.М. Державин, И.В. Колокольцева, Н.К. Скворцова, О.А. Пузанова, Т.А. Яковлева. – М.: Росинформагротех. – 2000. – 154 с.
751. Соя / Перев. с болг. Е.С. Сигаева. – М.: Колос, 1981. – 197 с.
752. Соя / Под ред. Ю.П. Мякушко и В.Ф. Баранова. – М.: Колос, 1984. – 332 с.
753. Соя / Сост. Г.Т. Лавриненко. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 189 с.
754. Соя: Биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Лукомца и В.М. Баранова. – Краснодар, 2005. – 434 с.
755. Спиваковский Н.Д. Удобрение плодовых и ягодных культур. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 351 с.
756. Способы внесения удобрений / Под ред. В.Е. Булаева. – М.: Колос, 1976. – 224 с.
757. Справочник коноплевода / Под ред. М.А. Тимонина. – Киев: Урожай, 1977. – 88 с.
758. Спутник механизатора свекловода / Под ред. В.Ф. Зубенко. – Киев: Урожай, 1988. – 192 с.
759. Степанов А.И., Пономарев М.Г. Пути повышения качества сильной пшеницы. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 126 с.

760. Стихин М.Ф., Денисов П.В. Озимая рожь и пшеница в Нечерноземной полосе. – Л.: Колос, 1977. – 320 с.
761. Студенская И.С. Смородина и крыжовник. – Л.: Знание, 1986. – 32 с.
762. Суворов В.В., Шутенко И.А., Моргацкий Е.Е. Донник. – Л. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 182 с.
763. Суданская трава / Под ред. И.С. Шатилова. – М.: Колос, 1981. – 205 с.
764. Суднов П.Е. Повышение качества зерна пшеницы. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 95 с.
765. Супрунов А.И. Селекция сахарной и лопающейся кукурузы на Кубани. – Краснодар: «Эвди», 2008. – 128 с.
766. Сургучев М.П., Будков В.А. Новые виды минеральных удобрений и их применение на засоленных почвах. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1986. – 60 с.
767. Сургучева М.П. Полифосфаты, как источник фосфорного питания и их влияние на обмен веществ в растениях. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1980. – 56 с.
768. Сурнин В.И. Использование жидкого навоза. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 64 с.
769. Сухоиванов В.А., Борисов В.А. Удобрение картофеля и овощей. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 72 с.
770. Сухорада Т.И. Селекция южной конопли. – Краснодар, 2005. – 190 с.
771. Сухоруких Ю.И. Орех грецкий: биология, селекция, развитие. – Майкоп: МайкГТИ, – 1997. – 236 с.
772. Сушеница Б.А. Фосфатный уровень почв и его регулирование. – М.: Колос, 2007. – 376 с.
773. Сыкало Н.Г. Кукуруза – урожай и качество. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1976. – 126 с.
774. Сыкало Н.Г., Глуховский А.Б. Агротехника и качество зерна. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1970. – 104 с.
775. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь. – М.: ЦИНАО, 2003. – 228 с.
776. Сычев В.Г., Алметов Н.С., Козырев А.С. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы в условиях волго-вятского региона. – М.: ВНИИА, 2009. – 160 с.
777. Сычев В.Г., Кирпичников Н.А. Приемы оптимизации фосфатного режима почв в агротехнологиях. – М.: ВНИИА, 2009. – 176 с.
778. Сычев В.Г., Мерзлая Г.Е., Петрова Г.В., Филлипова А.В., Попов В.М., Мищенко В.Н. Эколого-агрохимические свойства и эффективность верми- и биокомпостов. – М.: ВНИИА, 2007. – 276 с.
779. Сычев В.Г., Ниловская Н.Т., Осипова Л.В. Приемы управления продукционным процессом для достижения потенциальной продуктивности пшеницы. – М.: ВНИИА, 2009. – 192 с.
780. Сычев В.Г., Соколов О.А., Завалин А.А., Шмырева Н.Я. Роль азота в интенсификации продуктивного процесса сельскохозяйственных культур. Т.2 – М.: ВНИИА, 2012. – 272 с.
781. Сычев В.Г., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Роль азота в интенсификации продуктивного процесса сельскохозяйственных культур. Т.1 – М.: ВНИИА, 2009. – 424 с.
782. Сычев В.Г., Шафран С.А. Влияние агрохимических свойств почв на эффективность минеральных удобрений. – М.: ВНИИА, 2012. – 200 с.
783. Тарасенко Б.И. Повышение плодородия почв Кубани. – Краснодар: Кр. кн. изд-во, 1971. – 146 с.

784. Татарченков М.И., Юхнин А.А. Комплексное агрохимическое окультуривание полей. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 62 с.
785. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.Н., Ефремов В.В.. – М.: Агропромиздат, 1991. – 304 с.
786. Терентьев Ю.В. Механизация возделывания сои. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 128 с.
787. Технические и кормовые культуры / Науч. ред. И.И. Кикоть. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1976. – 388 с.
788. Технические культуры / Под ред. Я.В. Губанова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.
789. Технология и эффективность химизации земледелия/ Под ред. И.С. Шатилова. – М.: Колос, 1977. – 248 с.
790. Технология производства люцерны / Пер. с болг. Г.Ф. Карасева. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
791. Титлянова А.А. Биологический круговорот азота и зольных элементов в травяных биогеоценозах. – Новосибирск: Наука, 1979. – 150 с.
792. Титова В.И., Шафронов О.Д., Варламова Л.Д. Фосфор в земледелии Нижегородской области. – Нижний-Новгород: ВВАГС, 2005. – 219 с.
793. Тиунов А.Н., Глухих К.А., Хорькова О.А., Шернин А.И. Рожь. – М.: Колос, 1972. – 352 с.
794. Ткаченко Ф.М., Сеницына А.П., Чубарова Г.В., Силосные культуры. – М.: Колос, 1974. – 287 с.
795. Толстоусов В.П. Удобрение и качество урожая. – М.: Колос, 1974. – 261 с.
796. Тома С.И., Кравчук В.Д. Микроудобрения и урожай подсолнечника. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 101 с.
797. Тома С.И., Рабинович И.З., Велисар С.Г. Микроэлементы и урожай. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 172 с.
798. Тонконоженко Е.В. Микроэлементы в почвах Кубани и применение микроудобрений. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1973. – 112 с.
799. Тоомре Р.И. Долголетние культурные пастбища. – М.: Колос, 1966. – 400 с.
800. Трапезников В.К. Физиологические основы локального применения удобрений. – М.: Наука, 1983. – 176 с.
801. Трещев А.Г. Комплексные удобрения и особенности их применения в тропиках и субтропиках. – М.: УДН, 1985. – 41 с.
802. Трещев А.Г. Особенности питания сельскохозяйственных культур в тропиках. – М.: УДН, 1980 – 52 с.
803. Трофимовская А.Я. Ячмень. – Л.: Колос, 1972. – 296 с.
804. Трунов Ю.В. Минеральное питание и удобрение яблони. – Мичуринск-Воронеж: «Кварта», 2010. – 400 с.
805. Туева О.Ф. Фосфор в питании растений – М.: Наука, 1966. – 296 с.
806. Турчин Ф.В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений. – М.: Колос, 1972. – 336 с.
807. Тютюнников А.И. Однолетние кормовые травы. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 200 с.
808. Уайт Р. Возделывание сельскохозяйственных растений и окружающая среда. – М.: Изд-во ИЛ, 1949. – 370 с.
809. Уайтхед Т., Мак-Интош Т., Финдлей У. Картофель. – М.: Изд-во ИЛ, 1955. – 606 с.
810. Удобрение культур в севооборотах / Гл. ред. П.А. Власюк. – Киев: Урожай, 1971. – 155 с.

811. Удобрение овощных культур / Сост. М.И. Гусев. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 504 с.
812. Удобрение чайных плантаций / Отв. ред. Б. Якобашвили. – Тбилиси: Заря Востока, 1942. – 314 с.
813. Удобрения для комнатных цветов / Пер. с франц. И. Крупичевой. – М.: Эксмо, 2005. – 48 с.
814. Удобрения и основные условия их эффективного применения / Гл. ред. Д.А. Кореньков. – М.: Колос, 1970. – 488 с.
815. Удобрения и урожай. – Краснодар: Крас. кн. изд-во, 1964. – 170 с.
816. Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах / Сост. В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 1998. – 552 с.
817. Удобрения, их свойства и способы использования / Ред. Д.А. Кореньков. – М.: Колос, 1982. – 415 с.
818. Улитин А.М. Высокобелковые кормовые культуры Краснодарского края. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1964. – 120 с.
819. Улитин А.М. Многолетние бобовые травы на Северном Кавказе. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1966. – 254 с.
820. Улитин А.М., Маринченко А.М., Дараков Н.Н. Многолетние кормовые травы на Кубани. – Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1975. – 95 с.
821. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. – М.: МГУ, 1986. – 136 с.
822. Уолес Г., Брессман Е. Кукуруза и ее возделывание. – М.: Изд-во ИЛ, 1955. – 256 с.
823. Уоллес А. Поглощение растениями питательных веществ из растворов/ Под ред. З.И. Журбицкого. – М.: Колос, 1966. – 280 с.
824. Усвоение атмосферного азота животными и высшими растениями/ Под ред. М.И. Вольского. – Горький: 1970. – 264 с.
825. Фаустов В.В., Тарасов В.М., Прохорова З.А., Орлов П.Н. Садоводства и цветоводство. – М.: Колос, 1983. – 335 с.
826. Федоров М.В. Биологическая фиксация азота атмосферы. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 671 с.
827. Федосеев А.П. Агротехника и погода. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 240 с.
828. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 144 с.
829. Федосеев А.П. Эффективность минеральных удобрений и климат. – М.: Знание, 1978. – 64 с.
830. Фехер Белане. Спаржа. – М.: Агропромиздат, 1986. – 128 с.
831. Физиологические основы высокой продуктивности кукурузы / Отв. ред. С.И. Слухай. – Киев: Наукова думка, 1983. – 204 с.
832. Физиологические основы повышения эффективности минерального питания растений / Отв. ред. Н.Д. Тимашов. – Киев: Наукова думка, 1987. – 184 с.
833. Физиологическое обоснование системы питания растений / Отв. ред. З.И. Журбицкий. – М.: Наука, 1964. – 340 с.
834. Физиолого-биохимические основы питания растений / Отв. ред. П.А. Власюк. – Киев: Наукова думка, 1967. – 260 с.
835. Филимонов Д.А. Азотные удобрения на сенокосах и пастбищах. – М.: Агропромиздат, 1985. – 176 с.
836. Филимонов Д.А. Азотные удобрения. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 40 с.
837. Филимонов М.С., Мамин В.Ф. Кормовые культуры на орошаемых землях. М.: Россельхозиздат, 1983. – 239 с.
838. Фосфор в окружающей среде / Под ред. В.Н. Холодова. – М.: Мир, 1977. – 760 с.

839. Фосфорные удобрения / Под ред. А.В. Соколова и Д.В. Харькова. – М.: Госхимиздат, 1958. – 212 с.
840. Фролов С.А. Кукуруза. Агроклиматические ресурсы, биология, технология возделывания. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 142 с.
841. Фулга И.Г. Основы виноградарства и плодоводства. – М.: Колос, 1978. – 310 с.
842. Хавкин Э.Е. Диагностика азотного питания сельскохозяйственных растений. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 61 с.
843. Хавкин Э.Е. Новое в диагностике азотного питания сельскохозяйственных культур. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1987. – 60 с.
844. Ханиев М.Х., Канлоев М.Ж. Повышение качества зерна озимой пшеницы в Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Эльбрус, 1971. – 60 с.
845. Ханиева И.М. Особенности возделывания гороха в предгорьях Северного Кавказа. – Нальчик: «Полиграфсервис и Т», 2006. – 168 с.
846. Харченко Н.А. Комплексные борные удобрения в повышении продуктивности сахарной свеклы и семенников. – Киев: Наукова думка, 1988. – 148 с.
847. Харьков Г.Д. Люцерна. – М.: Агропромиздат, 1989. – 61 с.
848. Химия и биохимия бобовых растений / Под ред. М.Н. Запрометова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
849. Хлопководство / А.И. Автономов, М.З. Казиев, А.И. Шлехер и др. – М.: Колос, 1983. – 334 с.
850. Хмелеводство / Под ред. А.В. Костина и В.П. Процаева. – М.: Колос, 1964. – 296 с.
851. Хмелинин И.Н. Фосфор в подзолистых почвах и процессы трансформации его соединений. – Л.: Наука, 1984. – 151 с.
852. Хохлов В.И. Агроэкологические аспекты использования сапропеля в земледелии. – Владимир: ВНИПТИОУ, 1989. – 150 с.
853. Хохлов В.И., Фомин А.И., Шилова Н.А. Применение сапропелей на удобрение. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 39 с.
854. Хочолава И.А. Технология чая. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 304 с.
855. Церлинг В.В. Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур. – М.: Наука, 1978. – 216 с.
856. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
857. Цехмистренко П.Е. Виноград в Сталинградской области. – Сталинград: Сталинград. кн. изд-во, 1960. – 264 с.
858. Цоциашвили И.И., Бокучава М.А. Химия и технология чая. – М.: Агропромиздат, 1989. – 391 с.
859. Цуркан М.А. Органические удобрения и их использование в Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1976. – 100 с.
860. Цуркан М.А., Русу А.П. Отходы биохимических заводов – земледелию. – Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1980. – 68 с.
861. Цюрн Ф. Удобрение сенокосов и пастбищ. – М.: Колос, 1972. – 214 с.
862. Чамов Ю.С. Лубяные культуры. – М.: Колос, 1973. – 168 с.
863. Чекрыгин В.В., Евдокимов П.Ф., Кондратенко А.Н. Особенности технологии возделывания яблони в предгорьях Западного Предкавказья: инновационные подходы. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 168 с.
864. Чендлер У. Плодовый чай. Листопадные плодовые культуры. – М.: Госсельхозиздат, 1960. – 624 с.
865. Черенок Л.Г. Яблоня, груша. – Минск: Сэр – Вит, 1997. – 224 с.
866. Черепанов Г.Г. Влияние обработки почвы на условия минерального питания растений и эффективность удобрений. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985 – 67 с.

867. Черепанов Г.Г. Определение потребности в азотных удобрениях на основе агрохимических методов. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. – 53 с.
868. Черных С.Ф., Золотарев Б.П., Марченко Р.А., Кудашев И.С., Кудашев Г.И. Механизация уборки, обработки и хранения кукурузы. – М.: Колос, 1973. – 239 с.
869. Чжуан Вань – Фан. Культура чая. – М.: Изд-во ИЛ, 1959. – 352 с.
870. Чижик И.А. Питательность местных кормов. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1956. – 184 с.
871. Чириков Ф.В. Агрохимия калия и фосфора. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 464 с.
872. Чуб М.П. Влияние удобрений на качество зерна яровой пшеницы. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 69 с.
873. Чумаченко И.Н. Фосфор в жизни растений и плодородии почв. – М.: ЦИНАО, 2003. – 124 с.
874. Чумаченко И.Н., Алиев Ш.А. Агрохимия высококонцентрированных минеральных удобрений и их применение. – М. – Казань: 2001. – 169 с.
875. Чумаченко И.Н., Обущенко В.Я., Капранов В.Н., Обущенко С.В. Агрохимическая оценка состояния плодородия и эффективность применения удобрений в Среднем Заволжье. – Самара: «СамВен – Кинель», 2002. – 200 с.
876. Чумаченко И.Н., Сушеница Б.А., Алиев Ш.А. Агрохимия фосфора и нетрадиционного минерального сырья. – М.: Регентъ, 2001. – 290 с.
877. Чхаидзе Г.И. Минкеладзе А.Д. Чаеводство. – М.: Агропромиздат, 1991. – 206 с.
878. Шаин С.С. Топинамбур. – М.: Фитон, 1999. – 128 с.
879. Шайтан И.М. Культура персика. – Киев: Урожай, 1967. – 195 с.
880. Шарифуллин Л.Р., Кольцов А.Х., Марьин Г.С. Интенсивная технология возделывания озимой ржи. – М.: Агропромиздат, 1989. – 128 с.
881. Шарова Н.Л., Савва В.Г., Андон К.И. Применение микроэлементов в цветоводстве. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 114 с.
882. Шевцов В.М., Малюга Н.Г. Селекция и агротехника ячменя на Кубани. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 138 с.
883. Шевченко А.С. Кукуруза. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 407 с.
884. Шеуджен А. Х., Харитонов Е. М., Галкин Г. А., Тхакушинов А. К. Зарождение и развитие земледелия на Северном Кавказе. Майкоп: ГУРИПП "Адыгея", 2001. – 952 с.
885. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. Майкоп: ГУРИПП "Адыгея", 2005. – 1012 с.
886. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых бобовых культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. – 56 с.
887. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Гречиха. Краснодар: КубГАУ, 2011. – 20 с.
888. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Кукуруза. Майкоп: Изд-во ООО «Аякс», 2010. – 20 с.
889. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Овес. Майкоп: Изд-во ООО «Аякс», 2010. – 12 с.
890. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Просо. Краснодар: КубГАУ, 2011. – 14 с.
891. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Пшеница. Майкоп: Изд-во ООО «Аякс», 2010. – 64 с.
892. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Рис. Краснодар: КубГАУ, 2011. – 24 с.
893. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Рожь. Майкоп: Изд-во ООО «Аякс», 2010. – 17 с.
894. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Сорго. Краснодар: КубГАУ, 2011. – 12 с.

895. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Ячмень. Майкоп: Изд-во ООО «Аякс», 2010. – 20 с.
896. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение клубненосных культур. Краснодар: КубГАУ, 2013. – 28 с.
897. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение кормовых культур, сенокосов и пастбищ. Краснодар: КубГАУ, 2013. – 117 с.
898. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение масличных культур. Краснодар: КубГАУ, 2013. – 55 с.
899. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение наркотических и стимулирующих культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. – 23 с.
900. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение овощных культур. Краснодар: КубГАУ, 2013. – 100 с.
901. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение плодовых, ягодных и субтропических культур. Краснодар: КубГАУ, 2013. – 80 с.
902. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение прядильных культур. Краснодар: КубГАУ, 2013. – 44 с.
903. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение сахароносных культур. Краснодар: КубГАУ, 2013. – 30 с.
904. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение эфирномасличных культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. – 30 с.
905. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Онищенко Л.М. Питание и удобрение зерновых, крупяных и зерно-бобовых культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. —231 с.
906. Шеуджен А.Х., Кизинек С.В. Удобрение риса. Майкоп: ГУРИПП "Адыгея", 2004. – 148 с.
907. Шеуджен А.Х., Харитонов Е.М., Бондарева Т.Н. Происхождение, распространение и история возделывания культурных растений Северного Кавказа. Майкоп, 2001. – 602 с.
908. Шеуджен А.Х., Харитонов Е.М., Хурум Х.Д., Бондарева Т.Н. Агрохимия микроэлементов в рисоводстве. Майкоп: Изд-во "Афиша", 2006. – 248 с.
909. Шильников И.А., Лебедева Л.А. Известкование почв. – М.: Агропромиздат, 1987. – 171 с.
910. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленев Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование, как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М.: ВНИИА, 2008. – 340 с.
911. Шишкин А.И. Силосные культуры в уплотненных посевах. – М.: Россельхозиздат, 1969. – 183 с.
912. Шишкин А.Ф. Эффективность новых известковых удобрений. – М.: ЦИНАО, 2002. – 328 с.
913. Шишов Л. Л., Карманов И.И., Дурманов Д.Н. Критерии и модели плодородия почв. – М.: Агропромиздат, 1987. – 184 с.
914. Шкарда М. Производство и применение органического удобрения. – М.: Агропромиздат, 1985. – 364 с.
915. Шкель М.П., Прудников В.А., Перепелица В.М. Применение удобрений в интенсивном земледелии. – Минск: Ураджай, 1989. – 216 с.
916. Шмараев Г.Е. Кукуруза. – М.: Колос, 1975. – 304 с.
917. Шмараев Г.Е., Ярчук Т.А., Орел Л.И., Коробова С.Н., Подольская А.П., Поваляева И.А. Культурная флора СССР. Т. 6. Кукуруза. – М.: Колос, 1982. – 295 с.
918. Шмук А.А. Труды. Т. 1. Динамика режима питательных веществ в почве. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 352 с.

919. Шмук А.А. Труды. Т. 2. Исследования по биологической и агрономической химии. – М.: Пищепромиздат, 1951. – 556 с.
920. Шмук А.А. Труды. Т. 3. Химия и технология табака. – М.: Пищепромиздат, 1953. – 776 с.
921. Шмук А.А. Химия табака и махорки. – М. – Л.: Пищепромиздат, 1938. – 544 с.
922. Шнейдевинд В. Питание сельскохозяйственных культурных растений. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1933. – 448 с.
923. Шорин П.М. Сахарное сорго. – М.: Колос, 1976. – 80 с.
924. Шорин П.М., Малиновский Б.Н., Мирошниченко В.Ф. Сорго – ценная кормовая культура. – М.: Колос, 1973. – 109 с.
925. Штелльвааг Ф., Кникман Е. Нарушение питания виноградного куста, их определение и устранение. – Кишинев: Картямолдовенская, 1965. – 88 с.
926. Штефан В.К. Жизнь растений и удобрения. – М.: Московский рабочий, 1981. – 240 с.
927. Штраусберг Д.В. Питание растений при пониженных температурах. – М.: Наука, 1965. – 144 с.
928. Шубин М.М. Плодородие и урожай. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1993. – 166 с.
929. Шур В.П., Стратулат М.Ф. Агрохимическое обслуживание сельскохозяйственного производства в колхозах Молдавии. – Кишинев: МолдНИИНТИ, 1977. – 56 с.
930. Щерба С.В. Эффективность минеральных удобрений на подзолистых почвах. – М. – Л.: Госхимиздат, 1953. – 296 с.
931. Эволюция научных технологий в растениеводстве. – Краснодар: КНИИСХ, 2004. Т. 3. Биотехнология. Горох. Травы. Рис. Конопля. Хлопчатник. – 328 с.
932. Эволюция научных технологий в растениеводстве. – Краснодар: КНИИСХ, 2004. Т. 2. Тритикале. Сортоизучение и семеноводство. Ячмень. Кукуруза. – 362 с.
933. Эволюция научных технологий в растениеводстве. – Краснодар: КНИИСХ, 2004. Т. 1. Пшеница. – 400 с.
934. Эколого-агрохимическая оценка состояния калийного режима почв и эффективность калийных удобрений / Под ред. В.Г. Минеева и В.Г. Сычева. – М.: ЦИНАО, 2002. – 248 с.
935. Эндриус У.Б. Применение органических и минеральных удобрений. – М.: Изд-во ИЛ, 1959. – 400 с.
936. Эфиромасличные культуры / Под ред. А.М. Смолянова и А.Т. Ксендза. – М.: Колос, 1976. – 336 с.
937. Эффективное применение удобрений в Нечерноземной зоне / Сост. В.Д. Панников. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 270 с.
938. Эффективность удобрений в орошаемом земледелии / Отв. ред. Н.К. Балябо. – М.: ВНИИЦА, 1970. – 204 с.
939. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. – М.: Колос, 1979. – 519 с.
940. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия Вятско-Камской земледельческой провинции. – М.: Академический проект, 2005. – 368 с.
941. Юркин С.Н. Повышение эффективности удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 198 с.
942. Ягодин Б.А. Кольцо жизни. – М.: Независимый ин-т экспертизы и сертификации, 2002. – 144 с.
943. Ягодин Б.А. Питание растений. – М.: МСХА, 1980. – 87 с.

944. Ягодин Б.А. Теоретические основы фиксации молекулярного азота и роль биологического азота в земледелии СССР. – М.: ТСХА, 1981. – 44 с.
945. Язвицкий М.Н. Удобрение сада. – М.: Московский рабочий, 1972. – 255 с.
946. Яйлоян Б.А., Чаадаева П.Н. Овощной горох. – М.: Колос, 1975. – 80 с.
947. Якименко А.Ф. Гречиха. – М.: Колос, 1982. – 196 с.
948. Якименко А.Ф. Просо. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 146 с.
949. Якименко В.Н. Калий в агроценозах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 231 с.
950. Якубицкая Т.С., Грушкевич М.Н., Завадская Н.Н. Огурцы. – Минск: Ураджай, 1974. – 56 с.
951. Янишевский Ф.В. Агрохимия жидких комплексных удобрений. – М.: Наука, 1978. – 208 с.
952. Яровая пшеница / Под ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1978. – 429 с.
953. Яровенко Г.И. Физиолого-агрохимические основы повышения эффективности азотных удобрений в хлопководстве. – Ташкент: «Узбекистан», 1969. – 282 с.
954. Ярославцев Е.И. Малина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 207 с.
955. Яценко В.Г. Возделывание сахарной свеклы в РСФСР. – М.: Россельхозиздат, 1972. – 232 с.
956. Ячмень / Под ред. Г.Ф. Никитенко. – М.: Колос, 1973. – 256 с.
957. Яшина И.М., Складорова Н.П. Картофель. – М.: Фитон, 2000. – 128 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. СЕВООБОРОТ - ОСНОВА ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ	3
2. ПОНЯТИЕ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ	11
3. ПИТАНИЕ И УДОБРЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР... ..	19
3.1. Зерновые культуры	19
3.1.1. Кукуруза	19
3.1.2. Овес	31
3.1.3. Пшеница	37
Озимая пшеница	38
Яровая пшеница	69
3.1.4. Рожь	77
3.1.5. Ячмень	86
Озимый ячмень	86
Яровой ячмень	91
3.2. Крупяные культуры	98
3.2.1. Гречиха	98
3.2.2. Просо	110
3.2.3. Рис	117
3.2.4. Сорго	132
3.3. Зерновые бобовые культуры	138
Бобы	138
Горох	141
Люпин	147
Нут	152
Соя	154
Фасоль	165
Чечевица	168
Чина	169
3.4. Масличные культуры	171
Арахис	171
Горчица	173
Клещевина	175
Кунжут	177
Лен масличный	178
Ляллеманция	181
Мак масличный	182
Перилла (Судза)	182
Подсолнечник	183
Рапс	191
Рыжик	201
Сафлор	201
3.5. Эфиромасличные культуры и хмель	202
Анис	202
Базильник евгенольный	203
Кориандр	204
Мята перечная	207
Роза эфиромасличная	209
Тмин	210

Фенхель.....	212
Хмель	212
Шалфей мускатный.....	215
3.6. Прядильные культуры.....	218
Хлопчатник.....	218
Лен-долгунец.....	226
Конопля.....	235
Джут	241
Кенаф	242
3.7. Сахароносные культуры	244
Сахарная свекла.....	244
Сахарный тростник	256
3.8. Клубненосные культуры	259
Картофель	259
Топинамбур	273
3.9. Наркотические и стимулирующие растения	275
Махорка (тютюн).....	275
Табак	276
Чай	282
3.10. Кормовые культуры	287
3.10.1. Многолетние травы.....	288
3.10.1.1. Бобовые	288
Донник.....	288
Клевер	291
Козлятник восточный	296
Люцерна	298
Лядвенец рогатый	301
Эспарцет.....	302
3.10.1.2. Злаковые.....	305
Волоснец сибирский	306
Ежа сборная	307
Житняк	308
Костер безостый.....	310
Лисохвост луговой.....	312
Овсяница луговая.....	313
Пырей бескорневищный.....	314
Райграс высокий	315
Тимофеевка луговая.....	316
3.10.2. Однолетние кормовые травы.....	317
3.10.2.1. Бобовые	318
Вика	318
Люпин	320
Пелюшка	323
Сераделла	324
3.10.2.2. Злаковые.....	324
Могар.....	324
Суданская трава	325
3.10.3. Зернофуражные культуры	327
3.10.4. Силосные культуры	331
3.10.5. Бахчевые кормовые культуры	337

Арбуз кормовой.....	337
Кабачки.....	337
Тыква кормовая.....	337
3.10.6. Кормовые корнеплоды, клубнеплоды и листовые.....	338
Брюква.....	338
Морковь кормовая.....	341
Свекла кормовая.....	341
Турнепс.....	345
Капуста кормовая.....	346
3.10.7. Удобрения сенокосов и пастбищ.....	348
3.11. Овощные культуры.....	359
3.11.1. Крестоцветные.....	359
Капуста.....	359
Брюква.....	367
Репа.....	368
Редис.....	369
Редька.....	371
Катран.....	371
Хрен.....	372
Кресс-салат.....	373
3.11.2. Зонтичные.....	374
Морковь.....	374
Пастернак.....	376
Петрушка.....	377
Сельдерей.....	378
Укроп.....	379
3.11.3. Маревые.....	380
Свекла столовая.....	380
Шпинат.....	382
3.11.4. Гречишные.....	384
Ревень.....	384
Щавель.....	385
3.11.5. Сложноцветные.....	386
Артишок.....	386
Салат.....	387
Эстрагон.....	388
Спаржа.....	389
Лук.....	390
Чеснок.....	396
3.11.6. Злаковые.....	398
Кукуруза сахарная.....	398
3.11.7. Бобовые.....	400
Горох овощной.....	400
Бобы овощные.....	401
Фасоль овощная.....	402
3.11.8. Пасленовые.....	403
Баклажан.....	403
Перец.....	404
Томат.....	407
Физалис.....	411

3.11.9. Тыквенные.....	412
Арбуз	412
Дыня	414
Огурец	415
Тыква	418
3.12. Плодовые культуры.....	421
3.12.1. Распространение	424
3.12.2. Требования к почве и особенности минерального питания растений.....	426
3.12.3. Место в севообороте	436
3.12.4. Удобрение	436
3.13. Ягодные культуры.....	444
3.13.1. Распространение	446
3.13.2. Требования к почве и особенности минерального питания растений.....	448
3.13.3. Место в севообороте	450
3.13.4. Удобрение	450
3.14. Субтропические культуры	462
3.14.1. Распространение	464
3.14.2. Требования к почве и особенности минерального питания растений.....	465
3.14.3. Удобрение	467
4. ПИТАНИЕ И УДОБРЕНИЕ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР	470
4.1. Подготовка почвы для посадки цветочных культур	470
4.2. Удобрение цветочных культур	474
5. УДОБРЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ И ПЛАНТАЦИЙ	508
5.1. Применение удобрений в лесных питомниках.....	508
5.2. Применение удобрений в лесных культурах, на лесосеменных плантациях и постоянных лесных участках	509
6. УДОБРЕНИЕ ВОДОЕМОВ И РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ.....	510
7. УДОБРЕНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	513
7.1. Азот и окружающая среда.....	515
7.2. Фосфор и окружающая среда	520
7.3. Калий и окружающая среда	522
7.4. Органические удобрения и окружающая среда	523
7.5. Микроэлементы и окружающая среда.....	524
7.6. Пути предотвращения отрицательного воздействия удобрений на окружающую среду	528
ЛИТЕРАТУРА	531

Научное издание

Асхад Хазретович Шеуджен
Татьяна Николаевна Бондарева
Сергей Владимирович Кизинек

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

Подписано в печать __. __. 2013 г. Бумага офсетная. Формат бумаги 70×108/16.

Способ печати офсетный. Усл. печ. л. 55,5. Заказ №-----. Тираж 250.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «Полиграф-ЮГ».

г. Майкоп, ул. Пионерская, 268.

Телефон для справок 8(8772)52-23-92. E-mail: guripp2@rambler.ru