

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.Т. ТРУБИЛИНА»
ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РИСА»

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

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
РАСТЕНИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

Майкоп 2017

ББК 40.4Я73
УДК 631.811
Ш 52

Рецензенты:

доктор биологических наук

М.А. Скаженник

г. Краснодар, Всероссийский научно-исследовательский
институт риса;

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Ю.И. Сухоруких

г. Майкоп, Майкопский государственный
технологический университет

Ш 52 Шеуджен А.Х. **Агрохимические средства оптимизации минерального питания растений и экономическая оценка эффективности их применения** / А.Х. Шеуджен, А.И. Трубилин, С.В. Кизинек, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: «Полиграф-ЮГ», 2017. – 130 с.

Изложены физиолого-экологические и агрохимические приемы оптимизации минерального питания растений. Основное внимание уделено использованию цеолитов, бактериальных препаратов, регуляторов роста растений, ретардантов, дефолиантов, десикантов, сеникантов и ингибиторов нитрификации. Приводится руководство по расчету экономической эффективности и энергетической оценки применения агрохимических средств.

Предназначается для агрохимиков, почвоведов, экологов, специалистов в области охраны окружающей среды, а также аспирантов и студентов этих же специальностей.

ISBN 978-5-7882-0245-7

©А.Х. Шеуджен, А.И. Трубилин,
С.В. Кизинек, Т.Н. Бондарева, 2017

1. ФИЗИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Главная роль в повышении сбора высококачественной продукции принадлежит приемам рационального использования почвенного плодородия и удобрений.

Г.П. Гамзиков, 1989

Характерной особенностью наступившего XXI в. является сужение вследствие роста народонаселения, урбанизации и активной техногенной деятельности человека жизненного пространства, в том числе земельного фонда. Это еще больше обострило продовольственную проблему на планете. Для ее решения необходимо повысить продуктивность сельскохозяйственных культур. Одним из путей достижения этой цели является оптимизация питания растений путем совершенствования системы удобрения. Эта задача должна быть реализована одновременно с повышением коэффициента использования растениями элементов питания из удобрений. В этой ситуации важное значение приобретают внесение в почву цеолитов, применение бактериальных препаратов, ингибиторов нитрификации, регуляторов роста растений, а также широкого использования таких агрохимических приемов как дефолиация, десикация и сеникация.

1.1. Цеолиты, бактериальные препараты и регуляторы роста растений

1.1.1. Цеолиты

Цеолиты улучшают свойства почвы: они сорбируют ионы аммония и калия, сохраняют влагу, предотвращают заболевания корней растений, служат источником микроэлементов.

А.А. Ермолов, 1987

Цеолиты относятся к группе щелочных и щелочноземельных алюмосиликатов, преимущественно кальция и натрия, реже калия и

бария. Их насчитывается около 40 видов: амицит, баррерит, бики-таит, брюстерит, гармотом, гарронит, гейландит, гмелинит, гон-нардит, дакиардит, жисмондин, каулсит, клиноптилолит, левин, ломонит, маццит, мезолит, мерлиноит, морденит, натролит, офф-ретит, паулинит, силикалит, сколецит, стеллерит, стильбит, том-сонит, феррьерит, филлипсит, фожазит, шабазит, эдингтонит, эпи-стильбит, эрионит, югаваралит.

Цеолиты найдены в осадочных, вулканических и метаморфических породах во многих районах Земного шара. Они образуются при умеренных температурах и давлениях и имеют ограниченное поле стабильности, в связи с чем редко встречаются в породах древнее мезозойских. Наиболее широко распространены цеолиты в осадочных породах (морденит, клиноптилолит, филлипсит, шабазит, эрионит), где их протяженность и мощность может достигать несколько километров. Цеолиты встречаются во многих литических и полевошпатовых песчаниках в ассоциации с обломочными породами палеозойского и миоценового возраста. Цеолиты с хорошо развитыми кристаллическими агрегатами найдены в полостях и пустотах изверженных вулканических пород, в основном в базальтах. Судя по всему, они являются результатом позднего отложения из флюидов, которые проникли в базальты после их кристаллизации. Метаморфические цеолиты образуются в основном за счет высокорекреационных вулканических стекол, ферромагнитных минералов и диагенетических цеолитов, которые могут присутствовать в первичных осадочных породах. Обнаруживают циолиты и в морских илах, что свидетельствует об их образовании в водной среде при наличии соответствующих условий для синтеза из растворов. Это не единственный путь возникновения цеолитов, а может быть, и не главный. В илах находят также гейландит (клиноптилолит), но он имеет терригенное* происхождение и с поверхности суши смывается в водоемы. При этом в илах он сосредоточен в

* Терригенное – (от лат. terra – земля и греч. genes – рожденный) – обломочные составные части осадочных горных пород

наиболее мелкой фракции (<2 мкм). Обнаружены цеолиты также в пресноводных и соленых озерах, лагунах. Возможно также образование цеолитов в результате взаимодействия поровых растворов.

В настоящее время известно около 1000 месторождений тех или иных разновидностей цеолитов более чем в 40 странах мира. Вулканогенно-осадочные месторождения цеолитов, имеющие промышленное значение, впервые стали разрабатываться в США и Японии в середине 50-х гг. XX столетия. Богатые месторождения этих минералов обнаружены во Франции, Болгарии, Венгрии и многих странах африканского континента. На территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья потенциальные ресурсы цеолитов составляют несколько миллиардов тонн; разведанных запасов – более 1 млрд. 804 млн. т. Залегают они в основном в Закарпатье (Сокирницы, Водичи, Липча), Кемеровской области (р. Пегас), Приморском и Хабаровском краях (Чугуевское, Середочное и Угольное месторождения), на Сахалине (Лютогское), Камчатке (Ягоднинское), в Туве, Якутии и Бурятии. На Северном Кавказе также широко распространены цеолитсодержащие породы, являющиеся сырьем многоцелевого использования. Наиболее изученными, перспективными и доступными являются цеолитсодержащие образования палеогена, которые прослеживаются с запада на восток (более 300 км) вдоль северных предгорий Кавказа. Большие залежи цеолитов встречаются вблизи г. Хадыженска и в Крымском районе Краснодарского края.

Представление о химическом составе природных цеолитов дают данные таблицы 1 (Яковлев Е.Н., Нагорокава Л.М., Завойская О.А. и др., 1990).

Таблица 1 – Содержание главных оксидов в цеолитах, %

Тип цеолитовых руд	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
Клиноптилолит	68,8	12,0	2,80	3,4	2,10	0,95	1,59
Морденит	71,8	12,7	1,47	5,8	1,43	0,34	1,88
Гейландит	70,1	10,6	1,70	6,0	3,30	0,80	4,40

Основным критерием, положенным в основу классификации цеолитов, служат структурные характеристики, связанные с морфологией кристаллов. Согласно этой классификации, цеолиты делятся на три основные группы: 1) трехмерные каркасные структуры типа филлипсита и шабазита; 2) волокнистые структуры, образованные цепями тетраэдров, слабо связанных между собой в продольном направлении, – например, натролит; 3) пластинчатые структуры, образованные тетраэдрами, сильно связанными в одной плоскости и слабо – в перпендикулярном направлении, – например, гейландит, клиноптилолит. Существует и другая классификация цеолитов, основанная на топологии каркаса. В данном случае каждый каркас изображается в виде отдельных структурных единиц, например, колец тетраэдров. Далее эти конструкции группируются так, чтобы образовать легко идентифицируемые полиэдры или «блоки» структуры. Эта классификация представляет интерес с точки зрения промышленного использования цеолитов.

Термин «*цеолиты*» известен в научной литературе с середины XIX в. Так, Дж. Уэй в 1850 г. писал, что поглощение катионов почвами осуществляется за счет перегноя и цеолитов. Под последними автор понимал компонент почвы, растворимый в соляной кислоте. Природу поглощения он объяснял химической реакцией между твердой фазой почвы и солевым раствором. Несколько позднее Ван Беммелен (1876) объяснял поглощение катионов присутствием в почве полуразложившихся останков организмов, гумуса, гидроксидов железа, коллоидной кремнекислоты и аморфных цеолитоподобных силикатов. В свою очередь, К.К. Гедройц (1935) считал, что главными носителями поглотительной способности почв являются органические, органо-минеральные и минеральные коллоиды. Последние он называл цеолитной частью почв. Из вышесказанного не вполне ясно, что же понималось первоначально под термином «цеолиты»: отдельные минералы или часть неорганических компонентов почв. Впервые ясность в этот вопрос внес К.Д. Глинка (1906), который называл цеолитами индивидуальные минералы определенного

химического состава. По своей химической природе они представляют собой кристаллические алюмосиликаты каркасного строения.

Цеолиты состоят из алюмоокислородного каркаса, содержащего пустоты и каналы, в которых расположены катионы щелочных и щелочноземельных металлов и молекулы воды. При осторожном нагревании «цеолитовую воду» можно полностью удалить без нарушения структуры минералов. В этом состоит коренное отличие цеолитов от минералов, содержащих конституционную воду, выделение которой возможно лишь при разрушении всей структуры. При нагревании цеолиты вспучиваются. Легкость, с которой вода выходит из цеолитов даже при незначительном нагревании, определила название этого минерала: от греч. *zeo* – «кипеть» + *litos* – «камень». Катионы и вода, связанные с каркасом, могут быть частично или полностью замещены или удалены в процессе ионного обмена и дегидратации. После удаления воды минерал становится как микропористая «губка» с объемом пор до 50 %. Это и создает высокую емкость катионного обмена, что предопределяет особую ценность этого минерала для обеспечения длительного питания растений. У различных цеолитов обменная емкость катионов достигает 1–5 ммоль-эк/г массы. Второе весьма важное свойство цеолитов – их селективность в отношении к катионам. Обмен катионов происходит с выраженной избирательностью к крупным катионам NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} . Отмечается также их постоянная избирательность к Na^+ . На цеолитах осаждаются остатки пестицидов, спирты, сероводород и ионы тяжелых металлов. Последнее особенно важно для сельскохозяйственной рекультивации земель вдоль автомагистралей с интенсивным движением, где содержание меди, цинка, свинца значительно превышает ПДК.

В целом цеолиты после насыщения NH_4^+ можно рассматривать, как комплексное удобрение длительного действия, включающие помимо азота K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и многие микроэлементы самого цеолита. Осаждение иона аммония в каналах предотвращает его нитрификацию и снижает потери азота из внесенных удобрений и

почвы. Велика роль цеолита и как пролонгатора минеральных и органических удобрений. Поглощая внесенные в почву химические элементы, он предохраняет их от вымывания и затем постепенно возвращает в почвенный раствор.

Молекулярно-ситовые и каталитические свойства цеолитов определяют широкие возможности использования их для повышения плодородия почв и продуктивности тепличных субстратов, а также для улучшения экологической обстановки окружающей среды. Особенно эффективно использование цеолитсодержащих субстратов в тепличном хозяйстве. С агрономической и производственной точек зрения цеолитовые субстраты отличаются хорошими физическими свойствами, длительностью эксплуатации, отсутствием сорняков, стерильностью и хорошим эстетическим видом. У тепличных растений формируется мощная корневая система, наблюдается более быстрое развитие и плодоношение. Причем, такие субстраты можно использовать на территориях, не пригодных для земледелия.

Весьма эффективным является применение цеолитов в орошаемом земледелии, в частности, в рисоводстве. Являясь активным сорбентом аммонийного азота, они обеспечивают его временную консервацию в почве и сокращение потерь с фильтрационными и сбросными водами. Согласно нашим данным, полученным в лабораторном опыте, внесение азотного удобрения в количестве, соответствующем полевой норме 120 кг/га, вместе с увеличением в почве подвижных его форм вызывало и повышение потерь (таблица 2). В сбросных водах количество аммонийного азота возрастало в 4,2 раза, а нитратного — в 1,5 раза по сравнению с вариантом без удобрений. Внесение цеолита (Ц) в количестве 50 % от массы азотного удобрения способствовало снижению потерь азота со сбросными водами. При использовании цеолита, измельченного до 0,5–1,0 мм, в сбросных водах было обнаружено 3,02 мг/л аммонийного азота и 19,1 мг/л — нитратного; до 1–2 мм — соответственно 2,91 и 18,75 мг/л. Внесение мелиоранта с частицами более крупного размера было менее эффективно.

Таблица 2 – Содержание азота в сбросных и фильтрационных водах рисовых оросительных систем при внесении цеолита, мг/л

Цеолиты	N–NH ₄			N–NO ₃		
	размер частиц цеолитсодержащей породы, мм					
	0,5–1	1–2	2–3	0,5–1	1–2	2–3
Сбросные воды						
Без удобрений	0,86	0,86	0,86	14,3	14,3	14,3
N ₁₂₀	3,64	3,64	3,64	21,13	21,13	21,13
N ₁₂₀ +Ц 50 %	3,02	2,91	2,99	19,1	18,75	19,00
N ₁₂₀ + Ц 100 %	2,64	2,34	2,40	18,80	17,70	17,80
N ₁₂₀ + Ц 150 %	2,61	2,31	2,36	18,15	17,12	17,24
Фильтрационные воды						
Без удобрений	0,91	0,91	0,91	15,06	15,06	15,06
N ₁₂₀	3,80	3,80	3,80	23,05	23,05	23,05
N ₁₂₀ +Ц 50 %	3,20	3,00	3,10	20,20	19,80	20,00
N ₁₂₀ + Ц 100 %	2,79	2,64	2,70	19,32	18,16	18,39
N ₁₂₀ + Ц 150 %	2,69	2,54	2,62	19,13	18,14	18,12

Увеличение нормы цеолита в 2 раза (100 % к физической массе азотного удобрения) способствует достоверному снижению потерь аммонийного азота: его количество в сбросных водах составляло 2,64 мг/л при использовании цеолита, размолотой до частиц 0,5–1,0 мм, 2,34 мг/л — 1–2 мм и 2,40 мг/л — до частиц размером 2–3 мм. Аналогичное влияние он оказывает и на потери нитратного азота. Исключение составил цеолит с частицами 0,5–1,0 мм. В этом варианте не было отмечено достоверного уменьшения его количества в сбросных водах по сравнению с вариантом N₁₂₀ + Ц 50 %. Частицы 1–2 и 2–3 мм способствовали снижению содержания нитратов в сбросных водах до 17,70 и 17,80 мг/л соответственно. Повышение нормы цеолита до 150 % от массы азотного удобрения уменьшает потери аммонийного и нитратного азота со сбросными водами по сравнению с нормой в 100 % от массы азотного удобрения, но незначительно.

Внесение цеолита положительно сказывается и на сокращении потерь азота с фильтрационными водами. Существенных различий по количеству аммонийного азота между вариантами с ме-

лиорантом не обнаружено. Однако, независимо от нормы цеолита, сокращение потерь азота по сравнению с вариантом N_{120} было достоверным. Также не обнаружено значительных различий при использовании различных фракций цеолита. Вместе с тем, четко прослеживалась тенденция преимущества нормы в 100 % от массы азотного удобрения и тонины помола 1–2 мм. Цеолит способствует сокращению потерь нитратного азота с фильтрационными водами независимо от нормы и размера частиц. При размоле породы до 0,5–1,0 мм достоверных различий между нормами не обнаружено, хотя и отмечена тенденция в преимуществе варианта с внесением 100 % цеолита. При использовании цеолита с размером частиц 1–2 и 2–3 мм достоверно сокращаются потери нитратного азота в варианте $N_{120} + Ц 100 \%$, по сравнению с N_{120} , $N_{120} + Ц 50 \%$ и $N_{120} + Ц 150 \%$. При внесении цеолита уменьшается содержание аммонийного и нитратного азота в дренажных водах соответственно на 30,5–35,7 % и 16,0–21,2 %. Использование его под рис позволяет вносить азотные удобрения за один прием и уменьшить их норму на 25–30 % без снижения урожайности.

Внесение цеолитов под рис положительно сказывается на содержании в растениях элементов минерального питания и повышает вынос их урожаем основной и побочной продукции. Под их воздействием увеличиваются коэффициенты использования рисом азота на 6,2–24,6 %, фосфора 2,8–7,6 % и калия на 6,8–30,4 %. Включение цеолита в систему удобрения риса способствуют более интенсивному росту растений риса: у них увеличиваются высота стебля и длина корней, масса надземных и подземных органов, длина метелки и продуктивная кустистость. Цеолит усиливает фотосинтетическую деятельность растений в результате увеличения площади ассимиляционной поверхности листьев и обеспеченности их пластидными пигментами, повышения интенсивности и чистой продуктивности фотосинтеза.

Применение цеолитов способствует росту урожайности зерна риса на 5,0–5,7 ц/га. Увеличение урожая происходит в результате

повышения продуктивности метелки за счет снижения пустозерности и возрастания выполненности зерновок. Внесение цеолитов под рис позволяет улучшить биохимические и технологические показатели качества зерна: содержание в зерне белка повышалось на 0,33-0,35 %; крахмала — 0,61-1,31; стекловидность — 0,5; выход крупы — на 1,5-2,0 %; трещиноватость снижалась на 0,5 %, пленчатость — 0,2-0,8, зольность на 0,18-20 %.

1.1.2. Бактериальные препараты

Бактериальные удобрения – препараты, в которых содержатся полезные почвенные микроорганизмы; при внесении бактериальных удобрений в почву в зоне корней растений создаются очаги этих микроорганизмов, что усиливает биохимические процессы в почве и улучшает корневое питание.

Л. Доросинский, 1969

Почва заселена огромным количеством микроорганизмов – бактериями, актиномицетами, грибами, водорослями, вирусами и бактериофагами. Общее число микроорганизмов в 1 г почвы достигает до десятков миллиардов, а их масса в 0–20 см ее слое составляет около 10 т/га. Микроорганизмам принадлежит ведущая роль в разложении растительных остатков, синтезе и деструкции гумуса, формировании фитосанитарного состояния почвы, накоплении в ней биологически активных веществ (регуляторы роста растений, а также соединения, подавляющие развитие патогенов), фиксации атмосферного азота. Во многих случаях, все эти вещества микроорганизмы синтезируют для себя, однако, выделяя их в почву в процессе жизнедеятельности, предоставляют жизненно важные соединения для растений. Известны симбиотические взаимодействия, когда растения и бактерии образуют взаимовыгодное сообщество. Уровень потенциального и эффективного плодородия почвы в значительной мере обуславливается интенсивностью и направленно-

стью перечисленных выше процессов, что, в свою очередь, регулируется численностью соответствующих микроорганизмов в почве. Для ее увеличения применяют бактериальные препараты, содержащие определенные виды полезных бактерий. В настоящее время выделены из естественных условий и созданы методами микробиологической селекции штаммы ассоциативных микроорганизмов земледобрильных групп, которые, обитая в прикорневой зоне растений, способны повышать плодородие почвы за счет фиксации атмосферного азота и увеличения усвояемости фосфора и других биогенных элементов, переводя их в доступные формы соединений. Рациональное сочетание биосредств различной направленности позволяет получать стабильные урожаи, обеспечивая при этом воспроизводство почвенного плодородия и улучшение фитосанитарного состояния почвы. Включение в агротехнологии микробиологических препаратов способствует:

- оздоровлению семян, повышению всхожести и более быстрому появлению всходов;
- улучшению микробоценоза почвы;
- ускорению трансформации остатков биоценоза;
- очищению почвы от загрязнителей и увеличению ее эффективности;
- повышению содержания в почве легкоусвояемых растениями форм элементов;
- повышению устойчивости растений к неблагоприятным внешним воздействиям;
- самопроизвольной регуляции температурного режима почвы;
- увеличению эффективности минеральных удобрений;
- повышению качества продуктов и увеличению урожайности;
- снижению риска заражения корней грибовыми заболеваниями и растений вредителями;
- восстановлению естественного плодородия почвы.

В связи со свойствами отдельных видов микроорганизмов и особенностями их культивирования технология изготовления бак-

териальных препаратов неодинакова. Однако, несмотря на все различия, действующим началом в них являются микроорганизмы, жизнедеятельность которых в почве способствует улучшению условий корневого питания растений. Общей целью производства этих препаратов является стремление накопить в них возможно большее количество жизнеспособных, активных бактерий. Второе требование – все бактериальные препараты должны сохранять свои свойства не менее чем 9–12 месяцев со дня их изготовления. Наконец, технология производства бактериальных препаратов должна быть как можно более простой, нетрудоемкой, а используемые материалы – дешевы и недефицитны. Наиболее распространенными бактериальными препаратами являются нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин, силикатные бактерии, АМБ и цианобактерин (сине-зеленые водоросли).

Нитрагин – бактериальный препарат, содержащий активные расы клубеньковых бактерий – *Bacterium radicum*, которые живут на корнях бобовых растений и усваивают азот из воздуха, используя при этом поступающие к корням углеводы. Чистая культура клубеньковых бактерий была выделена М. Бейеринком в 1888 г., а в 1896 г. препарат нитрагин впервые получен в Германии. Клубеньковые бактерии – это грамотрицательные аэробные подвижные палочки размером 0,5–0,9×1,2–3,0 мкм. Каждой бобовой культуре соответствуют специфичные для нее клубеньковые бактерии, интенсивно поглощающий азот атмосферы. Поэтому в зависимости от культуры, под которую его используют, нитрагин должен содержать специфичные, высокой активности и вирулентности штаммы клубеньковых бактерий. *Под вирулентностью понимают способность бактерий проникать через корневые волоски внутрь корня бобового растения и вызывать образование клубеньков. Активность – способность клубеньковых бактерий в симбиозе с бобовыми растениями усваивать азот из атмосферы и снабжать им растения.*

По специфичности выделяются следующие группы бактерий: 1-я – для клевера; 2-я – гороха, вики, чины, чечевицы, конских бо-

бов; 3-я – люцерны, донника и пажитника; 4-я – люпина, сераделлы; 5-я – сои; 6-я – фасоли; 7-я – маша; 8-я – арахиса и вигны; 9-я – нута; 10-я – для эспарцета.

Прививку клубеньковых бактерий бобовым культурам называют **инокуляцией**. Проводят ее путем обработки нитрагином семян бобовых растений, которые, прорастая, взаимодействуют с клубеньковыми бактериями, проникающими в корни растений.

Выпускают нитрагин трех видов: почвенный, сухой (**ризобин**) и торфяной (**ризоторфин**). Почвенный нитрагин представляет собой культуру клубеньковых бактерий, выращенную в стерильной садовой почве. Стерильную почву, обычно в стеклянных сосудах, инокулируют жидкой культурой клубеньковых бактерий выращивают в термостате при температуре 28°C. В 1 г такого препарата должно содержаться не менее 300 млн. клеток. Более совершенна технология производства сухого нитрагина – порошка высушенных клеток бактерий рода *Rhizobium* в смеси с наполнителем (каолин, бентонит, мел). В 1 г такого порошка при влажности 5–7 % содержится не менее 10 млрд. жизнеспособных клеток бактерий. Исходную культуру клубеньковых бактерий выращивают на одной из агаризированных сред, например, содержащей (г/л): отвар гороха – 100, сахарозы – 15, агар – 20, рН 6,8–7,0. Для получения ризотрофина торф освобождают от корней, высушивают до 25–30 % влажности и размалывают так, чтобы размер частиц не превышал 0,1 мм. Размолотый торф увлажняют до 35–40 %, прибавляют CaCO₃ в таком количестве, чтобы довести рН до 6,8–7,0, и расфасовывают в тонкие полиэтиленовые пакеты по 100–500 г. Запаянные пакеты с торфом стерилизуют радиационным способом с использованием мощных гамма-установок. В пакеты со стерильным торфом в стерильном автоматизированном боксе специальной иглой вносят жидкую посевную культуру в количестве 80 мм на каждые 250 г торфа. Норму засева выбирают так, исходный титр бактерий в инокулированном торфе составлял около 1 млрд. клеток на 1 г препарата влажностью 50–60 %. Содержание клеток клубеньковых бактерий в ризоторфе через

6 мес. после его изготовления должно быть не ниже 3–4 млрд. в 1 г препарата. Нитрагин может быть заводского или местного производства. Заводской нитрагин – почвенный субстрат, обогащенный нужным штаммом клубеньковых бактерий, расфасован в пакеты или бутылки. Местный, приготовленный в хозяйстве, нитрагин – порошок, полученный из корней бобовых культур после их высушивания и растирания. Для этого корни растений берут с поля, на котором урожай бобовых был самым высоким. Для многолетних бобовых следует отбирать корни растений 2-3 года жизни с большим количеством клубеньков. В 1 г порошка местного нитрагина содержится до 20 млн. клубеньковых бактерий.

Обработку семян нитрагином проводят в день посева в местах, защищенных от попадания солнечных лучей. Для этого гектарную норму препарата разбавляют чистой водой из расчета 1 л воды на каждые 140–180 кг крупных семян (горох, фасоль, люпин) и на 40-50 кг мелких семян (клевер, люцерна). Нитрагин тщательно размешивают в воде и, не давая жидкости отстаиваться, полученной почвенной болтушкой опрыскивают семена и тщательно их перемешивают. После легкого подсушивания в течение 10–15 мин семена высевают. Нитрагин применяют для обработки семян именно того бобового растения, для которого он приготовлен. Это требование связано со специфичностью клубеньковых бактерий по отношению к растению-хозяину. Пакеты (бутылки) с нитрагином не следует открывать до момента его использования. Хранить его лучше всего в сухом помещении при температуре 0–10°C. Протравливание семян ядохимикатами необходимо проводить не позднее, чем за месяц до их инокуляции. Семена, не высеянные в день обработки бактериальным препаратом, на следующий день просушивают и вновь обрабатывают. Прибавка урожая от данного агроприема составляет 10–15 %.

Азотобактерин – бактериальный препарат, содержащий культуру азотобактера – *Azotobacter chroococcum* – микроорганизма, свободноживущего в почве и усваивающего атмосферный азот. Кроме того, азотобактерин выделяет витамины и ростовые веще-

ства, оказывающие на растения стимулирующее действие, и обладает фунгистатическим действием, т.е. препятствует развитию грибов, тем самым предохраняя растения от заражения ими.

Азотобактерин применяется при выращивании любых сельскохозяйственных культур. Для использования в качестве удобрений изготавливается два вида азотобактерина: перегнойно-почвенный, или торфяной, и агаровый. В перегнойно-почвенном азотобактерине культура азотобактера сконцентрирована в богатой перегноем почве или некислотом торфе, а в агаровом – в специальном плотном питательном студне – агаре. Перегнойно-почвенный азотобактерин вносят под зерновые, технические, кормовые и овощные культуры из расчета 3 кг/га, под картофель – 6 кг/га. Он вносится с посевным материалом, для чего перед посевом или посадкой семенной материал предварительно смачивают водой, затем посыпают азотобактерином и тщательно перемешивают. Агаровый азотобактерин для картофеля берут в количестве 2-3 бутылок, а для остальных культур – одной бутылки на 1 га. За день до посева в каждую бутылку наливают 150–200 мл воды и в течение суток взбалтывают не менее 5–6 раз. Перед обработкой посевного материала гектарную норму азотобактерина разбавляют в 10 л воды. При правильном применении азотобактерин повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 10–13 %.

Азотовит. Входящие в состав азотовита бактерии относятся к группе азотфиксаторов. Именно с их помощью осуществляется переход азота атмосферы в связанное состояние. При обработке препаратом бактерии, входящие в его состав, начинают активно размножаться в почве, особенно в непосредственной близости от корневой системы. При этом их численность возрастает в десятки тысяч раз, и они начинают активно фиксировать атмосферный азот, используя его в процессе своей жизнедеятельности. За один вегетационный период бактерии азотовита способны накопить до 80 кг азота на 1 га в пересчете на действующее вещество. Таким образом, способность бактерий к азотфиксации позволяет обеспечить растения азотом.

Помимо фиксации атмосферного азота, бактерии азотовита выделяют в почву биологически активные вещества (БАВ), в частности, гетероауксины. БАВ стимулируют развитие корневой и проводящей систем у растений, повышают стрессоустойчивость, оказывают положительное влияние на образование продуктивных побегов у злаков и клубнеобразование у картофеля. Бактерии азотовита также синтезируют целый спектр витаминов, которые усваиваются и накапливаются в растениях, стимулируя их развитие и повышая качество продукции. А защитный эффект препарата достигается за счёт того, что бактерии, входящие в его состав, способны вырабатывать антибиотики, подавляющие деятельность патогенной микрофлоры (корневая гниль, парша, ризоктониоз, ржавчина, мучнистая роса). В данном случае, естественный в природе механизм борьбы грибов и бактерий, а также механизм межвидовой борьбы бактерий, может быть использован на благо человека.

Фосфобактерин – препарат, содержащий спороносную бактерию *Bacillus megaterium var. phospaticum* способную минерализовать фосфор органических соединений. Выпускается в сухом и жидком виде. Сухой фосфобактерин содержит споры бактерий в смеси с каолином. На 1 га посева берут 250 г порошковидного фосфобактерина. Для приведения бактерий в активное состояние гектарную норму препарата разводят в 2,5–3,0 л теплой воды, взбалтывают и оставляют на 2–3 ч при комнатной температуре, периодически перемешивая. Этим количеством обрабатывают 150–200 кг семян зерновых культур. Разбавление исходного препарата для обработки семян других культур изменяется с таким расчетом, чтобы 250 г сухого препарата в растворенном виде были нанесены на гектарную норму семян. Жидкий фосфобактерин вносят в количестве 40 мл/га для картофеля и 20 мл/га для зерновых культур. В почве бактерии препарата переходят на развивающуюся корневую систему растений. Здесь их размножение и биохимическая деятельность вызывают разложение органических соединений фосфора, что улучшает питание растений. Фосфобактерин усиливает рост растений на 8–10 % и повышает

урожайность. Препарат наиболее эффективен на черноземах и окультуренных почвах в зоне достаточного увлажнения.

Препарат АМБ – содержит микроорганизмы, разлагающие органические вещества и клетчатку с выделением аммиака и осуществляющие процесс нитрификации, фиксирующие атмосферный азот, а также мобилизующие фосфорную кислоту. Эта группа микроорганизмов способствует питанию растений азотом и зольными элементами. Свое название (АМБ) препарат получил от начальных букв названия группы – автохтонная микрофлора Б. В почве различают два основных сообщества микроорганизмов, жизнедеятельность которых имеет большое значение в повышении почвенного плодородия. Первое сообщество разлагает растительные остатки с образованием перегноя. В него входят грибы, ряд аэробных и анаэробных бактерий, в том числе и маслянокислые. Это сообщество микроорганизмов получило название автохтонной микрофлоры А. *Автохтонная* значит местная, т. е. в данном случае тесно связанная с условиями почвенной среды, присущая почве. Второе сообщество включает микроорганизмы, разлагающие перегной с образованием веществ минерального питания растений. Название этой группы микроорганизмов – автохтонная микрофлора Б (АМБ).

Препарат АМБ готовят на месте его использования из измельченного низинного торфа или торфяной почвы. На 1 т торфа прибавляют 1 ц мелко раздробленного известняка, 2 кг фосфоритной муки и 1 кг маточной культуры микроорганизмов. Компоненты смешивают, увлажняют и выдерживают в течение трех недель при температуре около 20°C, периодически перемешивая. Подготовленный препарат вносят под предпосевную обработку почв из расчета 0,5 т/га. Препарат рекомендуют применять прежде всего в закрытом грунте. Сложность изготовления препарата ограничивает широкое его использование.

Препараты «**силикатных**» бактерий – бактериальный препарат из «силикатных» бактерий, который представляет собой спорообразующую культуру – *Bacillus mucilaginosus siliceus*. Силикатные

бактерии способны разрушать алюмосиликаты и переводить почвенный калий в усвояемую для питания растений форму. Разрушение алюмосиликатов происходит под влиянием кислот, выделяемых микроорганизмами. «Силикатные» бактерии лучше всего размножаются в условиях достаточной влажности, аэрации и близкой к нейтральной реакции среды. Кислые почвы не благоприятны для их развития. Препарат применяют путем бактеризации семян. В качестве бактериального удобрения приготавливают сухой спорый и агаровый препараты «силикатных» бактерий.

Микоплант (Mykoplant). Симбиоз растений и грибов существует миллионы лет. Более 90 % растений планеты вступают в симбиотические отношения с грибами. Микоризные эндогрибы проникают непосредственно в корень растения и образуют «грибницу» (мицелий), которая помогает корням укреплять иммунитет, бороться с возбудителями различных заболеваний, поглощать воду и элементы питания из почвы. С помощью гриба растение использует ресурсы почвы на полную мощность. Один корень с такой задачей не справился бы; без поддержки грибов растениям приходится направлять дополнительные резервы на увеличение корневой системы, вместо того, чтобы увеличивать наземную часть. Микориза улучшает качество почвы, аэрацию, пористость, а объем общей поглощающей поверхности корня растения многократно увеличивается. Микоризообразующие грибы снабжают растения элементами питания и влагой, получая взамен углеводы и растительные витамины, которые продуцируются зелеными растениями с помощью фотосинтеза. Микоризообразующие грибы значительно превосходят растения по способности извлекать из почвы минеральные вещества и влагу. Помимо этого, микоризация обеспечивает надежную защиту корней растений от патогенных микроорганизмов, а также повышает устойчивость растений к обезвоживанию, что особенно важно для выращивания культур в засушливых районах. У растений отмечается более быстрый рост, значительное увеличение биомассы, урожая и качества продукции. Грибы не только помогают растениям, но и ме-

няют структуру почвы. Они вырабатывают в громадных количествах вещество, которое называется гломалин*.

В настоящее время существует только один препарат, содержащий споры микообразующих грибов – «Микоплант» (Mykoplant). В его состав входят споры гриба эндомикориза (семья Гломус): *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices*, *Glomus clarura*, *Glomus monosporus*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasilianum*, *Glomus aggregatum*, *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, *Glomus fasciculatum*. В качестве носителя гриба применяются гранулы обожженной глины размером 2–4 мм. Препарат вносится только один раз из расчета 1–5 м³/га. При выращивании деревьев и кустарников микоплант необходимо вносить непосредственно в посадочную яму.

Азолла – водный папоротник, живущий в симбиозе с сине-зеленой водорослью *Anabaena azolla*, способный фиксировать атмосферный азот. Азолла быстро размножается и обогащает рисовые поля азотом. Впервые она была использована вьетнамской крестьянкой Ба-Хен. Эффект от применения азоллы был так велик, что после смерти этой крестьянки ее обожествили, и в деревне, где она жила, построили пагоду в честь «богини Азоллы». Для практического применения азоллу размножают в небольших водоемах, откуда переносят на залитые водой рисовые поля. С наступлением жаркой погоды, примерно в фазу кущения риса, зеленый ковер из размножившегося папоротника отмирает и растительная масса минерализуется. Азолла накапливает за вегетационный период около 120 кг/га азота, часть которого используется в текущем году. Помимо этого, продуцируется большое количество органического вещества, удобряющего почву. Во время вегетации азолла создает благоприятные условия для развития и роста риса.

* Гломалин – это гликопротеин, который обильно продуцируется на гифах и в спорах микоризообразующих грибов в почве и корнях растений. Будучи гликопротеином, гломалин запасает углерод в виде протеинов и углеводов (в особенности, глюкозу). Содержит от 30 до 40 % углерода и формирует маленькие комки почвы. Эти гранулы разрыхляют почву и связывают в ней углерод, увеличивая содержание кислорода и влаги.

В странах Юго-Восточной Азии иногда азоллу культивируют в течение трех недель в чеках, залитых на 3–5 см водой, перед посевом риса. За этот период ее масса достигает 10 т/га, в которой содержится около 20–25 кг азота. Папоротник запахивают и затем проводят посев риса.

1.1.3. Регуляторы роста растений

*Клетка должна не только поддерживать собственную целостность, но и функционировать согласованно с другими клетками организма растения, поэтому между клетками происходит обмен информацией. Одна группа клеток при этом становится «отправителями» сигнала, а другая воспринимает его. Если сигнал химической природы, молекулу с сигнальной функцией называют **первичным мессенджером** (от англ. message – послание)... Среди обширного списка первичных мессенджеров можно выделить гормоны растений.*

В.В. Чуб, 2005

В числе факторов, обеспечивающих жизнедеятельность растений, не последнюю роль играют гормоны. Являясь посредниками в физиологических процессах, они преобразуют специфические сигналы окружающей среды в биохимическую информацию. *Гормоны растений или фитогормоны (греч. *hormon* – побуждающий, вызывающий) – низкомолекулярные органические соединения, с помощью которых осуществляется взаимодействие клеток, тканей и органов, необходимые в малых количествах для запуска и регуляции физиологических и морфологических программ онтогенеза растений.*

Гормоны, образующиеся в клетках растения, называют *эндогенными*, а используемые человеком для обработки растения или его органов – *экзогенными*.

Потребность растения в гормонах обычно чрезвычайно мала – порядка 10^{-13} – 10^{-5} моль/л, и в большинстве случаев они синтезируют

ются в достаточных количествах самим растением из аминокислот и органических кислот, т.е. из продуктов фотосинтеза и дыхания. Гормоны образуются в отдельных частях растения, но распространяются по всему организму, составляя своеобразное единое гормональное поле. Под их действием происходит общая стимуляция обмена веществ. Местом действия гормонов могут быть: а) ферменты и ферментные системы; б) белки, липиды, нуклеиновые кислоты, участвующие в молекулярной организации структур цитоплазмы и ядра; в) информационные и транспортные рибонуклеиновые кислоты; г) дезоксирибонуклеиновая кислота. Эффект, или «глубина», воздействия зависит от того, на что и в какой мере влияет то или иное физиологически активное вещество. В одних случаях это действие ограничивается лишь временным изменением интенсивности каких-либо ферментативных реакций, в других – оно проявляется в устойчивом отклонении физиолого-биохимических процессов, в третьих – в морфологических процессах, затрагивающих соматическую сферу организма, наконец, в четвертых, – в наследственных морфологических изменениях. К числу наиболее активных и изученных соединений гормонального действия растительного происхождения относятся ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, брассиностероиды и эндогенный этилен.

У растений, в отличие от животных, нет желез, секретирующих гормоны. *Ауксины* (ИУК) образуются преимущественно в зонах с высокой меристематической активностью: в апексах стеблей, в формирующихся семенах, откуда они передвигаются в базипетальном направлении, попадая в боковые побеги и листья. *Гиббереллины* (ГК) и *абсцизовая кислота* (АБК) синтезируются в основном в листьях и оттуда транспортируются вверх и вниз по стеблю. Кроме того, АБК образуется в корневом чехлике. Местом образования *цитокининов* (ЦК) являются корни, откуда они передвигаются вверх по стеблю в акропетальном направлении.

Ауксины – соединения преимущественно индольной природы. Они инициируют деление клеток и специфически влияют на

скорость их растяжения, а также регулируют формирование проводящих пучков, обуславливают явления фото- и геотропизма у растений, связанные с несимметричностью их распределения. Активация растяжения клеток связана со стимулированной ауксином секрецией протонов в клеточную стенку. Возникающая при этом повышенная концентрация ионов H^+ вызывает более активное ферментативное расщепление поперечных связей, соединяющих между собой целлюлозные микрофибриллы. Среди других свойств ауксина следует отметить его способность вызывать партенокарпию, задерживать опадание листьев и завязей, активировать корнеобразование у черенков. Ткани, обогащенные ауксином, обладают аттрагирующим действием – способны притягивать питательные вещества. Кроме ростовых эффектов, ауксин обеспечивает корреляционное взаимодействие между органами растущего растения.

Гиббереллины – фитогормоны, преимущественно производные флуоренового ряда. Эти гормоны стимулируют деление и растяжение клеток апикальных* и интеркалярных меристем†. Под их влиянием удлиняются листья, цветки и соцветия. Гиббереллины усиливают рост стеблей значительно сильнее, чем ауксины, но в отличие от них, практически не влияют на рост корней. Они играют важную роль в процессах прорастания семян и перехода длиннодневных растений к цветению, способствуют образованию партенокарпических плодов и способны смещать пол растений в мужскую сторону. Влияние гиббереллинов на метаболизм растения связано, прежде всего, с их участием в нуклеиновом обмене. Под действием гиббереллинов индуцируется синтез матричных РНК, которые кодируют образование большинства гидролитических ферментов, прежде всего α -амилазы.

Цитокинины – фитогормоны, преимущественно производные пуринов. Они стимулируют цитогенез, прорастание семян, а также

* Апикальный – верхушечный, расположенный ближе к морфологически верхнему концу того или иного органа или образования.

† Интеркалярная меристема – образовательная ткань, расположенная не на верхушке органа, а между постоянными тканями.

способствуют дифференциации почек. Кроме того, цитокинины обладают способностью задерживать процессы старения растительных организмов и поддерживать нормальный обмен веществ у пожелтевших листьев, а также вызывать их вторичное позеленение. Большую роль они играют в мобилизации (притягивании) элементов питания к местам своей локализации: плодам, семенам, клубням. Цитокинины освобождают боковые почки от апикального доминирования, вызываемого ауксином, и стимулируют их рост. На молекулярном уровне цитокинины в комплексе со специфическим белковым рецептором усиливают активность РНК-полимеразы и матричную активность хроматина; при этом увеличиваются количество полирибосом и синтез белков. Цитокинины причастны к синтезу фермента нитратредуктазы, а также к транспорту ионов H^+ , K^+ , Ca^{2+} .

Абсцизины – естественные ингибиторы терпеноидной природы. Эти фитогормоны задерживают рост в фазе деления и растяжения клеток, не проявляя токсического действия даже в высоких концентрациях. Они индуцируют наступление состояния покоя у растений, ускоряют опадание листьев и плодов, тормозят рост coleoptилей, задерживают прорастание семян. Абсцизины, сдерживая избыточный рост стебля, направляют метаболиты на формирование фотосинтетического аппарата, иными словами, координируют ростовой процесс. Одна из наиболее важных функций абсцизинов – их участие в механизмах ответа на стресс путем регулирования устьичных движений. Абсцизовая кислота быстро накапливается в тканях при действии на растения неблагоприятных факторов внешней среды, особенно при водном дефиците, вызывая быстрое закрытие устьиц, что снижает транспирацию и сокращает энергетические затраты. На молекулярном уровне абсцизины могут ингибировать синтез ДНК, РНК и белков, а также снижать функциональную активность H^+ -помпы, что может иметь многообразные последствия.

Этилен – специфический гормон, синтезируемый во всех органах растения из метионина. Он вносит вклад в регуляцию роста и развития растений. В частности, этилен участвует в поддержании

апикального изгиба у выращенных в темноте проростков, вызывает *эпинастию** у листьев и лепестков, поэтому его используют для ускорения раскрывания цветков и опускания листьев, что уменьшает транспирацию. Этилен непосредственно отвечает за контролируемое ауксином подавление роста латеральных почек у растений, обнаруживающих апикальное доминирование. Он тормозит деление клеток и удлинение проростков, изменяет направление роста клеток с продольного на поперечное, что приводит к уменьшению длины и утолщению стебля. Этилен, способствуя старению тканей, ускоряет опадание листьев, увядание цветков и созревание плодов. Этот гормон увеличивает период покоя семян и клубней, способствует смещению пола растений в женскую сторону, а также играет роль медиатора гормонального комплекса в процессах корреляционных взаимодействий в растении. Этилен тормозит полярный транспорт ауксина и способствует образованию его конъюгатов. Кроме того, он регулирует реакцию на стресс в растениях. На молекулярном уровне этилен повышает проницаемость клеточных мембран и скорость синтеза белка.

Брассиностероиды – гормоны, поддерживающие в норме иммунную систему растения, особенно в стрессовых ситуациях, таких как понижение температуры, заморозки, затопление, засуха, болезни, действие пестицидов, засоление почвы. Стероиды входят в класс терпеноидов, к которым относятся гиббереллины и абсцизовая кислота. Брассиностероиды содержатся в каждой растительной клетке, но их природный уровень в изменившейся экологической ситуации часто оказывается недостаточно высоким для поддержания иммунитета и нормального развития в течение всей вегетации растений.

Таким образом, действие вышеперечисленных гормонов на обмен веществ растительного организма специфично: гиббереллины

* Эпинастия – это быстрый рост верхней стороны органа, в результате которого лист или лепесток изгибается книзу.

участвуют в *транскрипции*^{*}, цитокинины – в *трансляции*[†], ауксины – в изменении проницаемости мембран, абсцизины ингибируют ионный транспорт и связанные с ним процессы роста клеток, этилен выступает в качестве «разрешающего» фактора роста, контролируя баланс в системе стимуляторы–ингибиторы, брассиностероиды контролируют деление и элонгацию клеток, дифференциацию ксилемы, прорастание семян, вегетативный рост и апикальное доминирование, ризогенез, цветение, опадение листьев и цветков, созревание.

Регуляторы роста растений позволяют усиливать или ослаблять признаки и свойства растений в пределах нормы реакции генотипа. Вследствие этого они являются составной частью комплексной химизации растениеводства. С помощью регуляторов роста компенсируются недостатки сортов и гибридов культурных растений, поэтому они не имеют универсального значения и не могут заменить другие факторы формирования урожая. В связи с этим чрезвычайно важно точно знать механизм их действия на физиолого-биохимическом, молекулярном и генетическом уровнях. Его выяснение позволило синтезировать соответствующие препараты, которые нашли применение в растениеводстве. Современное сельское хозяйство не может обойтись без применения экологически безопасных, генетически безвредных регуляторов роста растений.

Фитогормоны – ауксины, гиббереллины, цитокинины, этилен, брассиностероиды и абсцизины непосредственно не получили экономически значимого практического распространения. Однако идея их использования в качестве экзогенных регуляторов роста и развития растений привела, в конечном итоге, к созданию синтетических препаратов аналогичного действия. К настоящему времени обнаружено свыше 5 тыс. соединений, обладающих регуляторным действием, но в мировой практике используется лишь около 50.

* Транскрипция – перенос информации о нуклеотидной последовательности ДНК на информационную РНК в процессе синтеза белков.

† Трансляция – процесс перевода последовательности нуклеотидов информационной РНК в последовательность аминокислот синтезируемого полипептида.

Это свидетельствует о том, что их широкое производственное применение только начинается.

К наиболее распространенным промышленным регуляторам роста растений относятся арил- и арилоксиалифатические карбоновые кислоты и их производные четвертичные соли аммония и фосфорные производные индола, пиридазина, пиримидина, пиразола. «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» на 2016 г. включает следующие регуляторы роста:

- (индолил-3) уксусная кислота;
- 1-метилциклопропен
- 1-метилциклопропен+адамantan;
- 1Н-индолил-3-этановой кислоты;
- 1-триаконтанол+24-эпибрассинолида;
- 1-этилсилатран;
- 2,6-диметилпиридин-N-оксид + продукты метаболизма симбионтного гриба *Cylindrocarpon magnusianum*;
- 24-эпибрассинолид;
- 2-хлорэтилфосфовая кислота;
- 3-индолилуксусная кислота + α -аланин + α -глутаминовая кислота;
- 4(индол-3ил) масляная кислота;
- 4-хлорфеноксиуксусная кислота;
- *Acremonium lichenicola* симбионтного гриба продукты метаболизма;
- L-аланин + L-глутаминовая кислота;
- *Pseudomonas fluorescens*, штаммы 7 Г, 7Г2К, 17-2;
- α -аминоглутаровая кислота + α -аминоуксусная кислота;
- Аммоний диметилфосфорнокислый диметилди (2-гидроксиэтил);
- Арахидоновая кислота;
- Ацетиленовый спирт;
- Гиббереллиновых кислот натриевые соли;

- Гидроксикоричная кислота;
- Гидрофильный диоксид кремния + сульфат меди + сульфат цинка + сульфат марганца + борная кислота;
- Гидрофобный диоксид кремния + сульфат меди + сульфат цинка + сульфат марганца + борная кислота;
- Грибов–эндофитов женьшеня продукт метаболизма;
- Гуминовых кислот калиевые соли;
- Гуминовых кислот натриевые соли;
- Дигидрокверцетин;
- Калиевая соль (индоллил–3) уксусной кислоты;
- Коллоидное серебро+полигексаметиленбигуанид гидрохлорида;
- Лактат хитозана;
- Малеиновый гидразид (калиевая соль);
- Меламиновая соль бис(оксиметил) фосфиновой кислоты;
- Многокомпонентный комплекс ростовых веществ – продуктов метаболизма микромицета, штамм *Cylindrocarpon magnusianum*;
- Ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль;
- Ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + 1-хлорметилсилатран;
- Ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + магний азотнокислый + калий азотнокислый + монокалийфосфат + хелат железа + хелат марганца + хелат цинка + хелат меди + кислота борная + аммоний молибденовокислый;
- Пара-нитрофенолят натрия+орто-нитрофенолят натрия+5–нитрогваяколят натрия;
- Поли-бета-гидроксимасляная кислота + магний сернокислый + калий фосфорнокислый + калий азотнокислый + карбамид;
- Полидиаллилдиметиламмоний хлорид;
- Полиэтиленоксиды+гуминовые кислоты натриевых солей;
- Прогексадион кальция;

- Прогексадион кальция+мепикват-хлорид;
- Продукты метаболизма эндофитного гриба *Mycelium radicis var.Ledum*, штамм НЖ–13;
- Сахароза;
- Сукцинат хитозаний глютаминия;
- Тиаметоксам;
- Тринексапак-этил;
- Тритерпеновые кислоты;
- Флавоноиды ели;
- Хлормекватхлорид;
- Хлорпрофам;
- Этефон.

Регуляторы роста наиболее успешно используются в плодоводстве и садоводстве, а также для борьбы с полеганием посевов зерновых культур, предотвращения прорастания клубней, корнеплодов и луковиц во время их хранения, борьбы с сорной растительностью.

Для эффективного применения регуляторов роста растений необходимо соблюдать следующие условия:

1) положительный эффект может быть достигнут только в том случае, если в растении или в его отдельных органах не хватает эндогенных фитогормонов;

2) клетки, ткани и органы должны быть восприимчивы к фитогормонам;

3) строго выдерживать рекомендуемую норму, т. к. при передозировке наблюдается ингибирующий эффект;

4) необходимо достаточное снабжение растений водой и элементами питания, т. к. регуляторы роста растений не могут их заменить. По мнению М.Х. Чайлахана (1976), они повышают «аппетит» растения и поэтому стимулируют ростовые процессы.

Регуляторы роста растений используют для:

1) стимуляции укоренения черенков;

2) получения партенокарпических, т. е. бессемянных плодов;

3) повышения производства бессемянных сортов винограда;

- 4) прореживания цветков и завязей у плодовых культур;
- 5) уничтожения сорняков;
- 6) торможения удлинения стебля;
- 7) регуляции покоя;
- 8) ускорения созревания плодов.

Из регуляторов роста ауксиновой природы в сельском хозяйстве получили наибольшее применение 1–нафтилуксусная кислота (1–НУК), индометил-3-масляная кислота (ИМК), 2,4–дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4–Д), 2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота (2,4,5-Т), 2-нафтоксиуксусная кислота (2-НОУК), 4-хлорфеноксиуксусная кислота (4Х), гидразид малеиновая кислота (ГМК), 2-метил-4-хлорфеноуксусная кислота (2М-4Х) и 2,4-дихлорфеноксимасляная кислота (2,4-ДМ). 1-НУК и ИМК успешно применяются в садоводстве для укоренения черенков, повышения приживаемости саженцев на новом месте и восстановления корневой системы у пересаженных кустарников и деревьев. Для лучшего укоренения черенки погружают на 12-24 ч в водный раствор, содержащий 50-70 мл/л препарата. 2-НОУК и 4-Х нашли применение в овощеводстве для получения бессемянных плодов и стимуляции плодообразования. Для этого в период цветения растения опрыскиваются водным раствором названных препаратов из расчета 40-50 мл/л. 1-НУК и 2,4-Д успешно применяют в садоводстве для снижения предуборочного опадания плодов. Это достигается путем обработки кроны деревьев в период образования плодов 0,0001-0,001 % водным раствором этих препаратов. 1-НУК и ГМК широко используют для задержки прорастания клубней, корнеплодов и луковиц при хранении. Клубни картофеля перед закладкой на хранение обрабатывают 2-3 % метиловым эфиром 1-НУК смешанным с тщательно растертой глиной. Расход препарата на 1 т картофеля составляет 50-100 г. Более технологичным и эффективным для этих целей является ГМК, который применяется путем опрыскивания ботвы 0,2 % -ным водным раствором препарата за 2-3 недели до уборки урожая. Проникая в клубни, ГМК тормозит прорастание

глазков в течение 8 месяцев при температуре хранения 10-15°C. ГМК способствует сохранению сахарозы в корнеплодах свеклы в буртах, тормозит прорастание моркови, лука и других овощных культур при их длительном хранении. Широкое практическое применение получил гиббереллин. Опрыскивание виноградных растений во время цветения водным раствором, содержащим 30-35 г/га гибберелловой кислоты, повышает урожайность бессемянных (кишмишных) сортов на 10–15 %. Этот препарат нашел применение и при выращивании цитрусовых. В частности, опрыскивание апельсиновых деревьев, когда плоды еще зеленые, водным раствором гиббереллина задерживает их созревание и улучшает механические свойства кожицы. Гиббереллин способствует выведению из состояния покоя свежесобранных клубней при вторичной летней посадке. Для этого разрезанные клубни на 30–60 мин погружают в водный раствор, содержащий 1–2 мг/л гибберелловой кислоты.

Поскольку гиббереллин способствует удлинению междоузлий и нарастанию вегетативной массы, его широко используют для повышения продуктивности кормовых трав. Двукратное опрыскивание конопли водным раствором из расчета 20 г/га в фазе четырех пар листьев и спустя 15 дней увеличивает выход волокна на 8–12 %. Гибберелловая кислота высокоэффективна и на посевах риса. Обработка семян гибберелловой кислотой в наших опытах приводила к повышению их полевой всхожести и увеличению плотности продуктивного стеблестоя посевов риса (таблица 3).

Цитокинины нашли применение в культуре ткани. Они являются обязательным фактором, необходимым для каллусообразования, а также для индукции затем органогенеза и соматического эмбриогенеза. Цитокинины необходимы и для поддержания функциональной активности многих изолированных тканей и органов. Он может быть использован для снижения апикального доминирования и получения более кустистых форм растений, для торможения старения, повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды, для индукции цветения и сдвига выраженности пола в женскую сторону.

Таблица 3 – Эффективность предпосевной обработки семян риса регуляторами роста

Препарат	Энергия прорастания, %	Дружность прорастания, шт./сут.	Скорость прорастания, сут.	Всхожесть, %		Урожайность зерна, ц/га
				лабораторная	полевая	
Контроль	71,4	11,6	3,0	92,6	27,2	64,9
Оксигумат	81,6	14,8	2,9	94,0	33,8	71,0
ГК*	86,0	15,2	2,8	98,5	38,3	74,8
ЯК*	75,5	14,1	2,9	91,6	29,6	66,5
Мивал	76,0	13,0	2,9	95,0	32,7	68,5
Картолин	74,0	12,5	2,9	93,5	30,6	68,3
Кротонолактон	80,6	13,6	2,9	92,5	32,4	70,1
Брассинолид	78,6	14,5	2,9	92,6	36,8	73,2
Квартазин	78,4	14,8	2,9	92,8	31,4	69,9

Примечание: ГК – гибберилловая кислота, ЯК – янтарная кислота

Этилен рекомендован в качестве стимулятора созревания плодов и овощей. Для этого закончившие рост, но еще зеленые плоды помещают в камеры с температурой 20–22°C, в которые периодически подается этилен из расчета 0,2–1,0 л/м³ в зависимости от вида плодов. Помидоры при этом созревают не за 10–12 сут., как обычно, а за 5–6, лимоны и апельсины достигают полной спелости за 4–5 вместо 20–25 сут.

Из многочисленных известных регуляторов роста растений наибольшую ценность в сельскохозяйственном производстве имеют синтетические ингибиторы роста и, в первую очередь, ретарданты.

Ретарданты – синтетические вещества, тормозящие биосинтез гиббереллинов, подавляющие рост стебля и вегетативных побегов, придающие растению устойчивость к полеганию.

Ретарданты избирательно тормозят рост стебля, не оказывая отрицательного воздействия на физиолого-биохимические процессы, происходящие в растениях. Действие их основано на торможении деления клеток срединной и подверхушечной зон меристемы

конуса нарастания, образующих стебель. На верхушечную зону меристемы, из которой развиваются листья и генеративные органы, ретарданты не оказывают существенного влияния. Эти регуляторы роста тормозят рост клеток стебля в длину и усиливают их деление в поперечном направлении, в результате чего стебель становится более коротким и толстым. Одновременно, как показали наши исследования, усиливается развитие механических тканей: утолщаются клеточные стенки, увеличивается число сосудисто-волоконистых пучков (таблица 4). Одновременно с этим ретарданты способствуют росту корней, увеличению площади ассимиляционной поверхности листьев и содержания в них пластидных пигментов, а также повышению устойчивости растений к полеганию. Все это позволяет сделать растение более устойчивым к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. Благодаря уплотнению стебля снижается риск заражения посевов болезнями.

Таблица 4 – Анатомические показатели стебля растений риса при внесении ретарданта сумадик

Ретардант	Толщина кольца механической ткани, мк	Толщина выполненной части стебля, мк	Диаметр сосудисто-проводящих пучков, мк	Количество сосудисто-проводящих пучков, шт.
Контроль	39,2	1101,8	176,3	46,2
Сумадик	42,8	1152,4	188,7	50,8

Таким образом, ретарданты позволяют:

- уменьшить полегание посевов;
- вносить научно-обоснованные нормы удобрений под планируемый урожай;
- снизить риск возникновения листостебельных болезней и болезней колоса (метелки);
- повысить количество и качество урожая;
- ускорить и облегчить уборку.

В настоящее время синтезировано и изучено свыше тысячи химических соединений, обладающих ретардантными свойствами.

Большинство из них относятся к четырем группам веществ, различающимся по химическому строению: 1) четвертичные ониевые соединения; 2) гидразинпроизводные; 3) триазолпроизводные; 4) этиленпродуцирующие. Среди ретардантов, созданных на основе четвертичных ониевых солей, наибольшее распространение получил хлорхолинхлорид (ССС). Из гидразинпроизводных препаратов практическое значение имеют 2,2-диметилгидразид янтарной кислоты и натриевая соль гидразид малеиновой кислоты. Этиленпродуцирующие препараты представлены 2-хлорэтилфосфоновой кислотой (2-ХЭФК) и ее солями. Из группы ретардантов, производных триазола, наибольшее распространение имеют пакробуотразол и униказол. Морфологические проявления рострегулирующей активности всех ретардантов сходны, однако, имеются различия в механизме действия препаратов различных групп. Характерный *ретардантный эффект* препаратов из группы четвертичных ониевых солей обусловлен их способностью прерывать биосинтез гиббереллинов. Введением этих препаратов блокируются образование геранилгеранилпирофосфата и последующая циклизация его в энт-каурен, который у растений является одним из промежуточных звеньев биосинтеза гиббереллинов. Триазолпроизводные препараты блокируют биосинтез гиббереллинов, препятствуя окислению энт-каурена в кауреновую кислоту. В отличие от вышеназванных ретардантов, этиленпродуцирующие препараты непосредственно не прерывают биосинтез гиббереллина, тем не менее, действие их связывают с антигиббереллиновым эффектом, который проявляется или при образовании гормон-рецепторного комплекса или на последующих этапах реализации гормональной активности гиббереллинов. Механизм действия гидразинпроизводных ретардантов также не связан с ингибированием биосинтеза гиббереллинов, а обусловлен подавлением их гормональной активности.

Из известных в нашей стране ретардантов наибольшее практическое значение имеет хлорхолинхлорид (ССС), известный под названием Тур. Этот ретардант дает хорошие результаты на посе-

вах зерновых культур – пшеницы, овса, риса, ржи и ячменя. Для повышения устойчивости к полеганию названных культур хлорхлинхлорид вносят в период кущения – начала трубкования растений из расчета 3-12 кг/га. Данный агроприем не снижает качество зерна, но увеличивает урожай и уменьшает экономические затраты на уборку. Как показали наши исследования, высоким ретардантным эффектом и положительным влиянием на урожайность риса обладают препараты ориз и сумадик (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность риса при применении ретардантов

Ретардант	Высота растения, см	Длина метелки, см	Устойчивость к полеганию, балл	Урожайность зерна, ц/га
Контроль	118,5	17,1	2	52,6
ССС, 10 кг/га	112,3	17,3	4	56,9
Ориз, 30 кг/га	100,5	16,9	5	59,0
Сумадик, 30 кг/га	98,3	17,0	5	60,8

Способность ретардантов тормозить удлинение стебля используется и в других отраслях растениеводства. Так, обработка загущенных посевов рассады овощных культур 0,5 %-ным водным раствором хлорхлинхлорида предотвращает ее вытягивание, что способствует лучшей приживаемости пересаженных растений и повышению урожая. Обработка ретардантами плантаций гвоздики, пиона, хризантемы и других цветочных растений предотвращает чрезмерное удлинение цветоноса, вызванное недостатком света.

Круг применяемых регуляторов роста растений с каждым годом расширяется. Перед современным растениеводством стоит задача применения генетически и экологически безвредных регуляторов роста. Ниже приводим характеристики некоторых наиболее распространенных в растениеводстве регуляторов роста.

Брассинолид – 100 %-ный кристаллический порошок; химическая форма $C_{28}H_{48}O_6$. Препарат хорошо растворим в этаноле, но не растворим в воде, малотоксичен, не обладает мутагенным действи-

ем. Брассинолид повышает устойчивость растений к гербицидам, а также холодо-, болезне- и солестойкость. Рекомендуется для предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений.

Вива – жидкий биостимулятор биологической активности растений и почвы: улучшает рост растения благодаря комплексному синергическому действию, которое он оказывает на растение и его корневую систему. Вива рекомендуется для регенерации активности микрофлоры после химической обработки почвы (например, после применения нематоцидов, почвенных гербицидов). В состав его входят протеины, пептиды, аминокислоты, полисахариды, гуминовые кислоты, витаминный комплекс, кальций, магний:

Состав:	w/w – % [*]	w/v – % [†]
Органические вещества	– 12,0 %	– 14,9 %
Протеины, пептиды, аминокислоты	– 12,5 %	– 15,5 %
Полисахариды	– 1,5 %	– 1,9 %
Гуминовые кислоты	– 2,7 %	– 3,4 %
Витаминный комплекс (В ₁ , В ₆ , РР, фолиевая кислота, инозитол)	– 0,18 %	– 0,22 %
Общий азот (N)	– 3,0 %,	– 3,7 %
в т. ч. органический	– 1,0 %,	– 1,2 %
амидный	– 2,0 %	– 2,5 %
Оксид калия (K ₂ O)	– 8,0 %	– 9,9 %
Органический углерод (C)	– 8,0 %	– 9,9 %
Хелат железа Fe (EDDHSA)	– 0,02 %	– 0,03 %

Применяется Вива, главным образом, путем фертигации – внесения с капельным поливом:

– *томаты, кабачок, дыня, баклажан, перец сладкий, огурец*: 20–40 л/га после высадки, в начале вегетативного роста, после образования завязи с интервалом 10–15 дней;

– *листовые овощи*: 1–2 подкормки по 20–40 л/га;

– *земляника*: 20–40 л/га после высадки, в начале вегетативного роста, после образования плодов;

^{*} Массовый процент (масс.%) w/w — количество вещества в граммах в 1 кг продукта.

[†] w/v — количество вещества в граммах в 1 л продукта.

– бобовые культуры: 2–3 лист 40–50 л/га каждые 15–25 дней 40–50 л/га;

– луковичные: начало роста стебля 40–50 л/га, перед цветением – 40–50 л/га;

– цитрусовые культуры, виноград, киви, плодовые-семечковые культуры: начало вегетации, цветение и образование завязи, после формирования плодов, 2–3 подкормки по 25–30 л/га;

– плодовые-косточковые культуры: 1–2 подкормки после формирования завязи по 25–30 л/га;

– роза: 60–70 л/га каждые 15–20 дней от начала вегетации;

– гвоздика, хризантема, гербера: 15–20 дней после высадки – 30–50 л/га перед цветением 30–50 л/га после первой срезки 30–50 л/г.

Для листовых подкормок полевых культур вива применяется в дозах от 0,5 до 2 л/га, для развития корневой системы и стимуляции вегетативного роста в начальные фазы вегетации.

Гармония – стимулятор роста растений из торфа. Содержит биологически активные компоненты гумусового комплекса. Препарат производится в промышленных масштабах в виде темной густой жидкости в Нижегородской области фирмой «Стрелец». Механизм действия препарата заключается в стимулировании биохимических процессов в период прорастания семян, роста и развития растений. Способ применения препарата – предпосевная обработка семян, опрыскивание вегетирующих растений или сочетание обработки семян с последующим опрыскиванием растений. Целесообразно совместить его применение с некорневой подкормкой макро- и микроэлементами, обработкой посевов и семян пестицидами. Норма расхода препарата – 0,4–4,0 л/га; перед использованием разводят водой в соотношении 1:100 (1 %) или 1:1000 (0,1 %).

Гиббереллин – продукт микробного синтеза, содержащий до 80–85 % действующего вещества – гибберелловой кислоты, которая является фитогормоном, вырабатываемым всеми растениями. Представляет собой порошок белого цвета, хорошо растворимый в спирте, щелочах и слабее в воде. Для приготовления рабочих рас-

творов 1 г препарата растворяют в 20 мл спирта, затем полученный раствор разбавляют до соответствующего объема водой. Вместо спирта можно использовать также 0,5 %-й водный аммиак (нашатырный спирт) или раствор кальцинированной соды такой же концентрации. Водные растворы гиббереллина теряют активность при длительном хранении и хранении в кислых и щелочных средах. Приготовленный раствор можно хранить не более 2 сут. в темном месте. Препарат оказывает специфическое действие на различные растения: усиливает рост побегов, плодов, регулирует процесс цветения, стимулирует прорастание стеблей и клубней. В связи с его высокой физиологической активностью для обработки семян и растений используют слабый раствор, содержащий от 1 до 200 мг гиббереллина на 1 л воды. Используют для обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений.

Гетероауксин – препарат, относящийся к группе природных регуляторов роста и развития растений. Служит для улучшения корнеобразования у рассады, луковиц, растений в период их вегетации. Обработка гетероауксином посадочного материала тюльпанов, гладиолусов, крокусов и некоторых других культур сокращает срок укоренения в два раза, что особенно важно при вегетативном размножении цветов. Обилие корней способствует более быстрому развитию побегов и листьев. Препарат производят в виде раствора, порошка или пасты. Рабочие растворы готовят непосредственно перед употреблением. Оптимальные концентрации: 50–200 мг действующего вещества на 1 л воды.

Гидразидмалеиновая кислота (ГМК) – белое кристаллическое вещество, слабо растворимое в воде. В сельскохозяйственной практике применяются препараты, приготовленные на основе хорошо растворимых в воде его солей – диэтаноламиновой (ГМК–Д), 3–этаноламиновой (ГМК–Т), натриевой (ГМК–Na) и аммониевой (ГМК–NH₄). ГМК–Д (МГ–Д) – концентрированный раствор ГМК в диэтаноламине, содержащий 30–33 % действующего вещества. ГМК–Т (МГ–Т) – раствор ГМК в 3–этаноламине, содержащий 30 %

действующего вещества; вязкая темно-коричневая, жидкость почти без запаха. ГМК–Na (МГ–Na) – водный раствор белой кристаллической натриевой соли ГМК, содержит 40–80 % активного вещества. ГМК–NH₄ (МГ–А) – светло-коричневая, прозрачная жидкость содержит 20–25 % ГМК, рН 7–8. в его состав входит некоторое количество сульфата аммония, который не снижает активность препарата и в то же время служит удобрением. ГМК является системным регулятором, в зависимости от дозы действует как ингибитор или стимулятор роста растений, либо как гербицид сплошного действия. Его используют для улучшения прорастания семян и повышения лежкости клубней, корнеплодов, луковиц при хранении, а также для предотвращения чрезмерного роста побегов вегетирующих растений, для повышения урожая семян и сахаристости сахарной свеклы. Нормы расхода в среднем составляют 1,25–2,5 кг/га действующего вещества.

Гибберсиб (50 %-ный водный раствор) применяется на томатах открытого и защищенного грунта. Способ применения – двух-, трехкратное опрыскивание растений в начале цветения первой-третьей кистей 0,005–0,0075 %-ным раствором для ускорения созревания плодов, увеличения урожайности.

Гидрел (40 %-ный водный раствор) используется при возделывании продовольственного картофеля. Способ применения – опрыскивание клубней при закладке на хранение 0,5 %-ным раствором для предотвращения прорастания клубней. Реализация клубней спустя 5 месяцев после обработки. Препарат применяют также в открытом грунте на посевах огурца – разовое опрыскивание растений в фазе двух-трех настоящих листьев 0,025–0,03 %-ным раствором для ускорения начала плодоношения, повышения урожайности и томатов – опрыскивание растений при созревании 10–30 % плодов 0,1–0,25 %-ным раствором способствует дружному созреванию плодов и увеличению раннего урожая.

Иммуноцитофит – многоцелевой стимулятор защитных реакций, роста и развития растений. Предназначен для повышения

устойчивости к болезням и неблагоприятным погодным условиям, ускорения роста и развития растений, созревания плодов, улучшения вкусовых и питательных качеств овощей и фруктов, снижения потерь урожая при хранении, увеличения урожайности на 20–30 %. Иммуноцитифит повышает болезнеустойчивость. Никаких отрицательных воздействий на растения не оказывает. Препарат не может вызывать отравлений, не нуждается в гигиенической регламентации условий труда при применении, транспортировке и хранении. Накопление его в объектах окружающей среды и возможность загрязнения грунтовых и поверхностных вод исключены. Препарат безопасен для пчел. Обезвреживание водного раствора препарата не требуется, остаток иммуноцитифита и упаковка утилизируются в местах сбора бытового мусора. Способ применения – обработка семян, опрыскивание растений. Иммуноцитифит поставляется фирмой изготовителем, как правило, в таблетках с инструкцией по применению, где указываются дозы, сроки и способы применения под конкретные культуры. Водный раствор иммуноцитифита необходимо использовать в день приготовления. Не обрабатывать во время дождя или перед ним и по росе. Нельзя применять в смеси с перманганатом калия. В случае возможной эпифитотийной* ситуации (теплой и влажной погоде), способствующей развитию грибковых и бактериальных заболеваний, необходимо обработать растение фунгицидом через 2 недели после последней обработки иммуноцитифитом.

Кампозан М (в. р.) применяется для предотвращения полегания посевов. Озимую рожь обрабатывают в фазе колошения 0,8–1,0 %-ным раствором препарата при наземном опрыскивании и 2,4–6 %-ным – при авиационном, а озимый ячмень – за 10 дней до начала колошения соответственно 0,23–0,5 % и 1,4–4 %-ным раствором. Высокоэффективное совмещение его с хлорхолинхлоридом. Способ применения – наземное и авиационное опрыскивание. Дозы препарата Кампозан М (в. р.) + хлорхолинхлорид (60 %-ный

* Эпифитотия – массовое, обычно внезапно возникающее заболевание растений, вызываемое грибами, бактериями, вирусами.

в. р.) – 1,5–2,0 + 3–3,3 л/га для озимой ржи в фазе выхода в трубку, 1–2 + 3–5 л/га – для озимой пшеницы в период от начала выхода в трубку до середины фазы трубкования, 1–2 + 3 л/га – для озимого ячменя за 10–12 дней до начала колошения.

Кротонолактон – жидкость красно-желтого цвета с 50 % содержанием действующего вещества – 2–бутен–4–олит–оксо–2,5–дигидрофуран. Растворим в воде, бензоле, этаноле, эфире. Рекомендуются для предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений.

Квартазин – 95 % кристаллический хорошо растворимый в воде порошок. Действующим веществом этого препарата является хлорид, диметил (2–хлорэтил) – гидрозиния. Препарат легко поглощается и быстро трансформируется в растениях. Рекомендуются для предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений.

Мегафол – жидкий биостимулятор, произведенный из растительных аминокислот с содержанием прогормональных соединений. Компоненты его получены путем энзимного гидролиза высокопротеиновых растительных субстратов. Применение препарата Мегафол обеспечивает сбалансированное питание растений, стимулирует обмен веществ и другие процессы, происходящие в растениях. При совмещении с некорневыми подкормками усиливает действие удобрений, играя роль транспортного агента. Необходим для преодоления стрессов при использовании пестицидов.. В состав входят: аминокислоты – w/w 28,0 %, азот органический – w/w 4,5 %, растворимый калий – w/w 2,9 %, органический углерод – w/w 15,0 %. Применяют под:

– *плодовые и ягодные культуры*: (виноград, яблони, груши, клубника, малина, персик, цитрусовые, оливы, абрикосы, тропические фрукты): перед цветением, также при завязывании и формировании плодов – 250–350 мл/га*;

– *овощные культуры*: (томаты, перец сладкий, баклажан, кабачок, огурец, листовые овощи и т. д.): 250–350 мл/га в открытом

* гл – гектолитр – 100 л рабочего раствора.

грунте и 150–200 мг/г в теплицах, применяя каждые 10–15 дней после высадки;

– *зерновые и зернобобовые культуры, кукуруза*: 0,5–1,5 л/га (кущение + выход в трубку + колошение);

– *технические культуры*: (подсолнечник, соя, табак, сахарная свекла, рапс, хлопок) 1,0–2,0 л/га.

Недопустимы комбинации Мегафола с минеральными маслами. Комбинация Мегафола с медьсодержащими фунгицидами допустима только для применения на винограде и томатах. Перед обработкой слив необходимо тестирование на небольшом количестве деревьев каждого сорта. При комбинации с Бластер Н, рекомендуется соотношение 150+150 г/г. При комбинации с удобрениями ряда Мастер, Плантафол норма расхода Мегафола – 0,15–0,5 л/га.

Нефтяное ростовое вещество представляет собой натриевую соль нафтяных кислот. Под воздействием препарата повышаются энергия прорастания и всхожесть семян, рост и продуктивность растений. Рекомендуются для обработки семян зерновых культур, которую проводят непосредственно перед севом 0,01 % водным раствором полусухим способом – 10 л рабочего раствора на 1 т посевного материала.

Ориз – 0,6 % гранулированный препарат. Обладает ретардантным эффектом на рисе. Действующее вещество пакробутразол. Ориз слабо токсичен для теплокровных. ЛД₅₀ препарата для крыс 1500 мг/кг. Препарат не воспламеняется, не взрывоопасен, не слеживается, не вызывает коррозии. Срок хранения ориза 2 года. На посевах риса ориз в дозе 30 кг/га применяют в фазе выхода растений в трубку.

Радифарм® – комплекс растительных экстрактов, содержащий полисахариды, стероид глюкозида, аминокислоты и бетаин, обогащенный витаминами и микроэлементами. Стимулирует развитие корневой системы растения. Радифарм помогает растению пережить травмы при пересадке, а также неблагоприятные агротермические факторы среды. Растения, обработанные этим препаратом, быстро поглощают воду и элементы питания, тем самым

иницируя более раннюю фотосинтетическую деятельность и укорачивая вегетационный период.

Состав:	w/w – %	w/v – %
Всего органических веществ	– 30,0 %	– 36,0 %
Полисахариды	– 7,0 %	– 8,4 %
Стероиды глюкозидов (сапонины)	– 0,2 %	– 0,24 %
Протеиновые полипептиды	– 11,0 %	– 13,2 %
Свободные аминокислоты	– 1,0 %	– 1,2 %
Витаминный комплекс (В ₁ , В ₆ , D, Н, РР)	– 0,04 %	– 0,05 %
Азот (N) всего:	– 3,0 %	– 3,6 %
в т. ч. органический	– 1,0 %	– 1,2 %
амидный	– 2,0 %	– 2,4 %
Оксид калия (K ₂ O)	– 8,0 %	– 9,6 %
Органический углерод (С)	– 10,0 %	– 12,0 %
Хелат цинка Zn (EDTA)	– 0,10 %	– 0,12 %

Применение:

– *овощные культуры: фертигация и гидропоника*: 500–650 мл/1000 м² почвы при высадке, через 7 дней: 300–400 мл/1000 м² почвы;

– *овощные культуры без систем фертигации*: 100–200 мл/100 л. Полив питательным раствором под корень 0,3–0,5 л под растение, сразу после пересадки Местный поверхностный полив через штангу, для развития корневой системы рассады (от образования 3-й пары листьев) и сразу после пересадки – 100–200 мл/100 л. При использовании оборудованных рассадопосадочных машин – 300–400 мл/100 л;

– *технические культуры*: 100–300 мл/100 л воды; наносить раствор на основание растения один раз при пересадке или сразу после нее;

– *цветочные культуры*: 500–600 мл/1000 м² почвы, через 7 дней: 300–400 мл/1000 м² почвы, либо 1,5–2,0 л/м³ воды;

– *горшочные растения или декоративные*: 2–3 применения каждые 7 дней после высадки, доза – 1,5–2,0 л/1000 л воды;

– *фруктовые и лесные деревья*: 200–300 мл/100 л, 2–4 л раствора под растение.

При совместном применении Радифарма 250 мл/100 л и Кендала 250 мл/100 л, за счет синергизма, существенно повышается эффективность подкормки, обеспечивается более быстрый выход из стресса и более высокая равномерность в развитии растений.

Обработка семян: при проведении протравливания семенного материала: 200–500 мл/т Радифарма (на 8–10 л воды) + 100–200 г/т АгроМикс (концентрированный комплекс хелатов микроэлементов).

Свит – раствор растительных моно-ди-три-полисахаридов и уроновых кислот в сочетании с мезо– и микроэлементами.

Состав:	w/w – %	w/v – %
Моно-ди-три-полисахариды	– 25,0 %;	– 33,8 %
Уроновые кислоты	– 0,2 %	– 0,27 %
Оксид кальция СаО	– 10,0 %	– 13,5 %;
Оксид магния MgO	– 1,0 %	– 1,35 %
Бор, В	– 0,1 %	– 0,14 %
Цинк, Zn (EDTA)	– 0,01 %	– 0,014 %

Ускоряет биохимические процессы созревания. При применении на последних стадиях налива плодов: улучшает их окраску; повышает концентрацию сахаров; укрепляет ткань плодов; повышает содержание сухих веществ; повышает лежкость и транспортабельность плодов; сокращает количество незрелых плодов при сборе урожая; позволяет получить более ранний урожай. Применение на цветочных культурах улучшает окраску и яркость бутона, повышает период сохранности после срезки.

Инструкция по применению для некорневых подкормок:

– *плодовые семечковые и косточковые*: 2,5–3,0 л/га при появлении окраски, 3,0 л/га за 20 дней до сбора урожая;

– *виноград*: 2,5–3,0 л/га при появлении окраски, 3,0 л/га за 20 дней до сбора урожая;

– *промышленные томаты на переработку*–2,5–3,0 л/га при 40–60 % зрелых плодов;

– *столовые томаты, перец сладкий, баклажан*: 1,5–2,5 л/га перед созреванием и периодически каждые 10–15 дней по 2,0–2,5 л/га;

– *цветы (гвоздика, лилия, гербера, роза)*: 0,2–0,3 л/100 л, перед цветением 1–2 обработки;

– *арбуз, дыня*: 2,0–2,5 л/га начало роста плода и через каждые 10–15 дней;

– *цитрусовые культуры*: 3–4 л/га в конце роста плода и 3–4 л/га перед созреванием;

– *свекла сахарная*: 1,5–2,5 л/га в период роста корнеплода, 1–2 обработки;

– *ячмень пивоваренный*: 1,0–1,5 л/га начало налива зерна.

Расход рабочего раствора: плодовые культуры – 800–1000 л/га, полевые культуры – 200 л/га.

Силк – природный регулятор роста растений; выделен методом экстракции из хвои пихты сибирской *Abies Sibirica Ledb.* Действующим веществом являются тритерпеновые кислоты: химическая формула – $C_{30}H_{46-48}O_4$. Выпускается в нескольких препаративных формах – Силк ВЭ (50 г/л), Силк ТАБ (100 г/кг), Силк П (100 г/кг) и Силк Г (100 г/кг). Характеризуется четко выраженным ростстимулирующим иммунозащитным действием. Физиологическая активность тритерпеновых кислот проявляется в выведении семян из глубокого покоя и стимуляции их прорастания за счет инициации растяжения клеток в корне, колеоптиле, а затем в стеблях и листьях. Терпеноиды положительно воздействуют на фотосинтез, повышая фотохимическую активность хлоропластов и увеличивая интенсивность фотосинтетического фосфорилирования. Они также регулируют открывание устьиц. Силк стимулирует устойчивость растений к абиотическим стрессам и грибковым заболеваниям, что, вероятно, связано с ростом образования в клетках антистрессовых белков и других компонентов системы фитоиммунитета. Совмещается с гербицидами и фунгицидами. Начинает действовать через 4–6 сут. после применения. Не фитотоксичен, резистентности не наблюдается. Способ применения: обработка семян, опрыскивание вегетирующих растений.

Сумадик – 0,04 % гранулированный препарат. Обладает выраженным ретардантным эффектом на посевах риса. В фазе выхода растений в трубку, вносят из расчета 30 кг/га. Действующее веще-

ство униканозол. Сумадик слабо токсичен для теплокровных. ЛД₅₀ препарата для крыс 2000 мг/кг. Препарат не воспламеняется, не взрывоопасен, не слеживается, не вызывает коррозии.

Фузикоцин (C₃₆H₅₆O₁₂) – метаболит фитопатогенного гриба *Fusicoccum amygdali* Del., получивший широкую известность как регулятор роста растений. Выделен из фильтрата культуральной жидкости. Это – гликозид карботрициклического дитерпена. В концентрации 10⁻¹⁶–10⁻⁴ М фузикоцин стимулирует прорастание семян и рост растений, индуцирует корнеобразование черенков.

Хлорхолинхлорид. Химически чистый хлористый (2-хлорэтил)–триметиламмоний (ССС) – белое кристаллическое гигроскопическое вещество с температурой плавления +245 °С, молекулярной массой 158,1. Хорошо растворяется в воде, спирте и других полярных растворителях. В водных растворах СССР полностью диссоциируют с образованием ионов хлора и β-хлорэтилтриметиламмония. Действие хлорхолинхлорида и его аналогов проявляется главным образом в торможении растяжения клеток субапикальной меристемы. Препарат обладает заметным ретардантным эффектом. При обработке растений хлорхолинхлоридом полость стебля злаковых растений на уровне нижних междоузлий почти вся заполняется паренхимной тканью и возрастает количество сосудисто-волокнистых пучков. Повышение удельного веса механических тканей и обуславливает упрочнение соломины. Под действием препарата увеличивается содержание клетчатки и лигнина в солоmine. Опрыскивание хлорхолинхлоридом посевов зерновых культур проводят в фазе выхода растений в трубку. Рекомендуемые нормы действующего вещества 4 кг/га для низкорослых сортов и 6–8 кг/га для высокорослых; количество воды – 100 л/га при использовании наземной аппаратуры и 25 л/га при авиаопрыскивании.

Циркон – корнеобразователь, индуктор цветения, болезнестойчивости, получен из растительного сырья. Применение препарата обеспечивает увеличение всхожести и ускорение прорастания семян, роста и развития растений; увеличение урожая и улучшение качества полученной продукции, снижение накопления тя-

железных элементов; стимулирование плодо- и корнеобразование; защиту растений от заморозков, засухи, избытка влаги, недостатка освещенности, ускоряет начало цветения декоративных культур, повышает выход стандартной продукции. Использование циркона резко снижает степень поражения такими заболеваниями как: фитофтороз картофеля и томатов, парша картофеля и яблони, бактериоз и фузариоз овощных и цветочных культур, серая гниль земляники и, особенно мучнистая роса на розах и черной смородине. Препарат практически не опасен для человека, теплокровных животных, рыб, полезных насекомых, пчел (IV класс опасности), не накапливается в почвах, не загрязняет грунтовые и поверхностные воды, не фитотоксичен. Хранят его отдельно от пищевых продуктов при температуре не выше +25°C. Применяют при стрессовых условиях выращивания растений (пересадка, заморозки, болезни). Согласно рекомендациям фирмы-производителя, 1 мл циркона разводят в 10 л воды и равномерно опрыскивают растения (таблица 6).

Таблица 6 – Применения циркона на различных культурах

Культура	Норма	Норма, способ и срок обработки
1	2	3
Картофель	0,5 мл/л воды; расход 1 л/100 кг	Предпосевная обработка клубней
	0,33 мл/л воды; расход 3 л/100 м ²	Опрыскивание растений в фазе полных всходов и начала бутонизации
Огурец	0,22 мл/200 мл воды; расход 200 мл/200 г	Замачивание семян на 8 ч
	1 мл /10 л воды; расход 3 л/100 м ²	Опрыскивание растений в фазе бутонизации
Томаты	1,25 мл/100 г; расход 150 мл/100 г	Замачивание семян в течение 1 ч
Перец	0,04–0,06 мл/100 мл воды; расход 100 мл/100 г	Замачивание семян на 2 ч
	1 мл /10 л воды; расход 3 л/100 м ²	Опрыскивание растений в фазе цветения

Окончание таблицы 6

1	2	3
Капуста	0,25 мл/10 л воды; расход 4 л/100 м ²	Опрыскивание растений в фазе завязывания кочана
Морковь	0,13 мл/10 л воды; расход 3 л/100 м ²	Опрыскивание растений в фазе пучковой спелости (8– 10 листьев)
Горох	0,04 мл/100 мл воды; рас- ход 100 мл/кг	Предпосевная обработка семян
	0,3 мл/10 л воды; расход 3,5 л/100 м ²	Опрыскивание растений в фазе бутонизации
Яблоня	0,1 мл/100 мл воды; рас- ход 100 мл/20 черенков	Замачивание черенков на 18 ч
	1 мл /10 л воды; расход 5–10 л/дерево	Опрыскивание в фазе бу- тонизации
Черешня	2,5 мл /10 л воды; расход 5–10 л/дерево	Опрыскивание в фазе бу- тонизации
Вишня	0,5 мл/1 л воды; расход 100 мл/20 черенков	Замачивание черенков на 18 ч
	2,5 мл/10 л воды; расход 5–10 л/дерево	Опрыскивание в фазе бу- тонизации
Слива	0,02 мл/100 мл воды; рас- ход 100 мл/20 черенков	Замачивание черенков на 18 ч
Алыча	2,5 мл/10 л воды. Расход 5–10 л/дерево	Опрыскивание в фазе бу- тонизации
Земляника	0,3 мл/10 л воды; расход 3 л/100 м ²	Опрыскивание в фазе бу- тонизации
Смородина	0,4 мл/10 л воды; расход 4 л/100 м ²	Опрыскивание в фазе бу- тонизации
Роза	0,02 мл/100 мл воды; рас- ход 100 мл/20 черенков	Замачивание черенков на 4 ч
	1–2 мл/10 л воды; расход 4 л/100 м ²	Опрыскивание в начале отрастания побегов
Хризантема	1 мл /1 л воды; расход 1 л/30 м ²	Опрыскивание перед фор- мированием бутонов
Груша	0,05 мл/200 мл воды; рас- ход 200 мл/40 черенков	Замачивание черенков на 18 ч
Туя, ель	0,05 мл/100 мл воды; рас- ход 100 мл/10 черенков	Замачивание черенков на 14 ч

Эпин – препарат, относящийся к группе природных регуляторов роста растений. Повышает иммунитет у растений, сглаживает стресс от пересадки растения. Применяется как для замачивания семян и луковиц, так и для опрыскивания в фазе бутонизации и цветения растений (таблица 7).

Таблица 7 – Регламент применения эпина

Культура	Норма	Назначение	Способ, срок обработки
1	2	3	4
Картофель	1 мл/0,25 л воды; расход – 0,25 л/50 кг	Улучшение клубнеобразования, повышение урожая и качества клубней, стимулирование иммунной системы, повышение устойчивости к фитофторозу, снижение содержания нитратов, солей тяжелых металлов и радионуклеидов	Обработка клубней
	1 мл/5 л воды; расход – 3 л/100 м ²		Опрыскивание в фазе бутонизации
Томаты	0,5 мл/2 л воды; расход – 2 л/кг	Повышение энергии прорастания и всхожести, усиление защитных свойств к неблагоприятным условиям внешней среды	Замачивание семян на 2 ч
	1 мл/5 л воды; расход – 3–4 л/100 м ²	Увеличение количества завязей, предотвращение их опадения, ускорение созревания плодов и улучшение их качества, повышение устойчивости к заболеваниям, фунгицикторное действие, снижение содержания радионуклеидов, нитратов, солей тяжелых металлов	Опрыскивание в фазе бутонизации
Огурец	0,25 мл/1 л воды; расход – 1 л/кг	Повышение энергии прорастания и всхожести, усиление защитных свойств к неблагоприятным условиям внешней среды	Замачивание семян на 2 ч
	1 мл/5 л воды; расход – 3–4 л/100 м ²	Ускорение образования и предотвращение опадения завязей, повышение урожая, стимулирование иммунной системы, повышение устойчивости к болезням, снижение содержания нитратов и тяжелых металлов	Опрыскивание в фазе 2–3 настоящих листьев и повторное в фазе бутонизации

1	2	3	4
Перец	0,1 мл/2 л воды; расход – 2 л/кг	Повышение энергии прорастания и всхожести семян, усиление защитных свойств к неблагоприятным условиям внешней среды	Замачивание семян на 2 ч
	1 мл/5 л воды; расход – 3–4 л/100 м ²	Ускорение образования завязей и предотвращение их опадения, повышение урожайности, стимулирование иммунной системы, снижение содержания радионуклеидов и тяжелых металлов	Опрыскивание в фазе их бутонизации и цветения
Яблоня	2 мл/5 л воды; расход – 5–6 л/100 м ²	Стимулирование образования завязей, предотвращение их опадения, повышение урожайности и засухоустойчивости, стимулирование иммунной системы, повышение устойчивости к парше обыкновенной, снижение содержания радионуклеидов и тяжелых металлов	Опрыскивание по розовому бутону и повторно через 20 дней

Эпин-экстра – ускоряет прорастания семян, способствует укоренению рассады при пикировке и пересадке; ускоряет созревание урожая; повышает устойчивость растений к неблагоприятным природным условиям, фитофторозу, парше, бактериозу и фузариозу. Способ применения:

1. Предпосевная или предпосадочная обработка. *Семена овощных культур* замачивают в растворе эпина-экстра (1–2 капли на 100 мл воды для томатов, огурца, перца и баклажан) 18–20 ч при температуре 20°С. *Семена цветочных культур* – 4 капли эпина-экстра на 100 мл воды на 18 ч. *Луковицы цветочных культур* и черенки замачивают перед посадкой в растворе эпина-экстра (1 мл на 2 л воды) 24 и 12 ч соответственно. *Клубни картофеля* опрыскивают перед посадкой (1 мл на 250 мл воды на 50 кг клубней картофеля).

2. Опрыскивание вегетирующих растений. 1 мл эпина растворяют в 5 л воды и тщательно перемешивают. Вода со щелочной реакцией для приготовления раствора не допускается. Опрыскивание проводят, равномерно смачивая листья. Рабочий раствор используют в день приготовления. Обработка растений проводится в следующие фазы: *картофель, томаты* – бутонизация–начало цветения; *корнеплоды* – по всходам; *огурец* – 2–3 настоящих листа с повторением в фазе бутонизации; *перец* – в начале бутонизации с повторением в фазе цветения; *тюльпан* – при появлении бутонов; *плодово-ягодные культуры* – в фазе бутонизации с повторением через 20 дней. Расход рабочего раствора 2–5 л на молодое дерево и 5–8 л на взрослое. При стрессовых условиях выращивания (недостаток света, заморозки, болезни) опрыскивания проводят каждые 7–10 дней до полного исчезновения признаков болезни у растений.

Этилен – газ со сладковатым запахом, горит светящим пламенем; с кислородом и воздухом образует взрывчатую смесь; пределы взрывоопасных концентраций в воздухе составляют 3–34 объемных процента. Как природный регулятор роста растений способствует созреванию плодов, изменяет интенсивность дыхания и активность ферментов. Экзогенно примененный этилен также способствует ускорению созревания плодов, вызывает пожелтение листьев, дефолиацию. Применяется в герметичных камерах, куда подается один раз в сутки в таком количестве, чтобы обеспечить концентрацию его в воздухе 1:2000–1:5000 по объему. В камеру помещают недозревшие плоды и выдерживают их 2–3 сут. в присутствии этилена при температуре 18–22 °С и относительной влажности не ниже 85 %. Обработка плодов этиленом не влияет на их вкусовые и питательные качества.

Этрел – препарат американского производства, приготовленный на основе 2–хлорэтилфосфоновой кислоты (фосфонатр). Используется как ингибитор роста, дефолиант, стимулятор созревания плодов и отделения их от плодоножек. Каждый литр этрела содержит 480 г действующего вещества. Водный раствор этрела, распыленный

на поверхность растений, поглощается им в течение суток, причем за первые 2–3 ч – 75 % его количества. В растительных тканях этрел разлагается с образованием соляной и фосфорной кислоты и этилена, который оказывает физиологическое воздействие на растение. Этрел – это жидкость с сильно выраженными кислотными свойствами. При pH более 4 препарат начинает разлагаться, поэтому при работе с ним нужно избегать контактов со щелочами, а растворы следует готовить непосредственно перед применением. При обработке препаратом рекомендуют хорошо смачивать растение, для чего используют около 1000 л/га раствора при концентрации не выше 0,07–0,1 %.

Янтарная кислота – биогенный регулятор роста; образуется в свободном виде в организме при распаде изолимонной кислоты и окислительном превращении кетоглютаровой кислоты. Одним из механизмов положительного влияния янтарной кислоты на жизнедеятельность растения считается стимулирование дыхания, интенсивность которого определяет уровень метаболизма растительного организма. Для получения янтарной кислоты обычно используют бактериальное брожение виннокислого аммония или яблочнокислого кальция. В качестве побочного продукта янтарную кислоту получают при перегонке отходов янтаря. Синтетическую янтарную кислоту получают из дибромэтана через соответствующий дицианид, а также каталитическим восстановлением малеиновой или фумаровой кислот. Разработана методика получения янтарной кислоты из отходов фурфурола (кубового остатка) гидролизных заводов – фурановых соединений. Фурфурол получают из гуза-паи и шелухи хлопчатника, а также из стеблей подсолнечника. Янтарная кислота, получаемая из этих отходов, содержит 2 % фумаровой кислоты. Смесь янтарной и фумаровой кислот по действию на растение не уступает чистой янтарной кислоте. Применяется в концентрациях 0,001–0,01 % для предпосевной обработки семян.

Аминофол Плюс – антистрессовый препарат с высоким содержанием аминокислот. Помогает растениям преодолевать стрессовые ситуации, стимулирует метаболизм и усвоение элементов

питания, что существенно повышает урожай и качество продукции. Ряд аминокислот, таких как тирозин, аргинин, аланин, лизин, пролин, серин, треонин, валин и глутамин стимулируют физиологические процессы роста растения, обеспечивая готовым энергетическим резервом биологические процессы в стрессовых ситуациях.

Состав:	w/w – %	w/v – %
Всего аминокислот	– 50,0 %	– 59,0 %
Азот (N) всего	– 8,9 %	– 10,5 %
в т. ч. органический	– 8,0 %	– 9,4 %
амидный	– 0,9 %	– 1,1 %

Аминофол Плюс можно применять одновременно с некорневыми подкормками и обработкой пестицидами. При совмещении с листовыми подкормками он расширяет температурные границы их эффективности, повышает способность усвоения элементов питания, играя роль транспортного агента, т. к. те же аминокислоты являются хорошими хелаторами элементов питания. Аминофол Плюс, стимулируя обмен веществ, позволяет легко преодолевать гербицидный стресс культурному растению, в то время как сорные растения становятся более восприимчивыми к действию гербицида. Применяется путем некорневых подкормок и фертигации:

Некорневые подкормки:

– *свекла сахарная, свекла столовая, подсолнечник*: 0,5–3,0 л/га; в фазе 2-х пар листьев и далее 1–2 раза с интервалом 7–12 дней; расход рабочего раствора – 150–300 л/га;

– *зерновые культуры, кукуруза, сорго*: 0,5–2,0 л/га; 1–2 раза в период от начала кушения – до колошения (кукуруза от фазы 3–5 листьев); расход рабочего раствора – 150–300 л/га;

– *зернобобовые культуры, лен, горчица, рапс, гречиха*: 0,5–1,5 л/га; 1–2 раза до наступления фазы цветения с интервалом 7–10 дней и после цветения; расход рабочего раствора – 150–300 л/га;

– *плодовые культуры семечковые и цитрусовые*: 1,0–3,0 л/га; в фазе «розовый бутон», после опадения лепестков, в фазах плода «грецкий орех» и 6–7 см; расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *плодовые культуры косточковые*: 1,0–2,5 л/га; до наступления фазы цветения, после опадения лепестков и 1–3 раза в период роста плодов с интервалом 10–15 дней; расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *виноград*: 1,0–3,0 л/га; в фазе 3–5 листьев, в начале цветения, в конце цветения и 2–3 раза в период формирования и роста ягод; расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *земляника*: 1,0–3,0 л/га; осенью в конце вегетации, в начале вегетации, в фазе бутонизации, в начале образования завязей и далее 2–3 раза с интервалом 15–20 дней; расход рабочего раствора – 200–400 л/га;

– *огурец, патиссон, кабачок, дыня, тыква, арбуз, томаты, перец, баклажан*: 1,0–3,0 л/га; перед высадкой рассады (или в фазе 4–5 листьев), после высадки и далее 5–7 раз с интервалом 10–12 дней; расход рабочего раствора – 200–400 л/га;

– *картофель*: 1,0–3,0 л/га; в фазе полных всходов, в начале цветения и далее 1–2 раза с интервалом 10–15 дней; расход рабочего раствора – 200–400 л/га;

– *зеленные культуры, капуста*: 1,0–3,0 л/га; подкормка в фазе 3–х листьев и далее 2–4 раза с интервалом 10–15 дней; расход рабочего раствора – 200–400 л/га;

– *лук, чеснок*: 1,0–3,0 л/га; в фазе 3–5 листьев и далее 3–4 раза с интервалом 10–14 дней; расход рабочего раствора – 200–400 л/га;

– *все культуры*: 1,0–4,0 л/га; накануне и после ожидаемых заморозков, при недостатке или избытке влаги и других негативных факторах 2–4 раза с интервалом 7–10 дней; расход рабочего раствора – 200–1000 л/га.

Фертигация:

– *овощные, бахчевые, плодово-ягодные культуры*: 3,0–6,0 л/га, (концентрация – 0,01–0,1 %); в течение вегетационного периода; расход рабочего раствора – в зависимости от нормы полива;

– *овощные, бахчевые, плодово-ягодные культуры*: 0,2–0,3 л/га; капельный полив, ежедневное внесение; расход рабочего раствора – в зависимости от нормы полива.

Примечание: Не совмещать подкормку с обработкой медьсодержащими фунгицидами. Для повышения эффективности любых листовых подкормок применяется из расчета 0,5 л/га.

Бенефит ПЗ – в состав входят нуклеотиды, стимулирующие деление клеток, аминокислоты (глицин, аланин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты), активизирующие наиболее важные метаболические реакции (особенно, синтез протеина), витамины, кофакторы, необходимые для клеточного метаболизма:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Азот (N) общий	– 6,0 %	– 7,2 %
в т. ч. органический	– 3,0 %	– 3,6 %
амидный	– 3,0 %	– 3,6 %
Органическое вещество	– 17,2 %	– 20,6 %
Органический углерод (C) биологического происхождения	– 10,0 %	– 12,0 %

Бенефит ПЗ стимулирует увеличение размера плода естественным путем, не снижая вкусовых и технологических качеств, скорость деления и образования новых клеток после образования завязи и в период активного роста плода. Применение на косточковых культурах, винограде, цитрусовых ускоряет вступление в период плодоношения. Некорневые подкормки проводят сразу после образования завязи:

– *плодовые косточковые*: 3,5–4,5 л/га; расход рабочего раствора не менее 800 л/га; 3 обработки каждые 7–10 дней.

– *киви*: 2,5–4,5 л/га; расход рабочего раствора не менее 800 л/га; 3 обработки каждые 7–10 дней.

– *виноград*: 3,5–4,5 л/га на 800 л/га воды; 3 обработки каждые 7–10 дней.

– *яблоня, груша*: 3,5–4,5 л/га; расход рабочего раствора не менее 800 л/га (эффективность препарата может быть снижена на сортах, обработанных гиббереллином в сочетании с цитокининами); 3 обработки каждые 7–10 дней.

– *цитрусовые культуры*: 3,5–4,5 л/га на не менее 800 л/га воды; 2 обработки каждые 7–10 дней.

– *тепличные культуры*: 300–400 мл/100 л; 2–3 обработки каждые 7–10 дней.

– *арбуз, дыня*: 3,5–4,5 л/га на не менее 500 л/га воды; 2–3 обработки каждые 7–10 дней.

– *овощные культуры*: 3,5–4,5 л/га на не менее 500 л/га воды; 2 обработки каждые 7–10 дней.

Применение Бенефит ПЗ с медьсодержащими препаратами, может привести в фитотоксическому шоку.

Кендал – препарат для повышения эндогенной защиты растения.

Состав:	w/w – %	w/v – %
Азот (N) всего:	– 3,5 %	– 4,5 %
в т. ч. органический	– 0,3 %	– 0,4 %
амидный	– 3,2 %	– 4,1 %
Калий (K ₂ O)	– 15,5 %	– 20,0 %
Органическое вещество (олигосахариды, глутатион и др.)	– 6,0 %	– 7,7 %
Органический углерод (C)	– 3,0 %	– 3,9 %

Входящие в состав препарата органические вещества «включают» систему эндогенной защиты растения до фактической атаки патогенов, олигосахариды способствуют синтезу фитоалексинов (внутренних растительных антибиотиков), глутатион нейтрализует действие токсинов различных патогенов, калий способствует естественному повышению иммунитета. Кендал повышает иммунитет, устойчивость к действию патогенов и позволяет лучше преодолевать стрессы; укрепляя стенки клеток растения, способствует усилению естественных физических барьеров для патогенов. Его применение позволяет сократить или даже устранить фунгицидную нагрузку на растение и окружающую среду. Кендал не позволяет патогенам вырабатывать резистентность к этим препаратам. Инструкции по применению:

Некорневая подкормка:

– *фруктовые деревья, виноградники*: 2,5–3,0 л/га, обработки с интервалом 7–10 дней;

– *овощные культуры*: 1,5–2,0 л/га, обработки с интервалом 7–10 дней;

– листовые овощи: 1,5–2,0 л/га, обработки с интервалом 7–10 дней;
– цветочные культуры: 1,5 – 2,0 л/га, обработки с интервалом 7–10 дней;

– полевые культуры 0,5 – 1,0 л/га, 1–3 обработки за сезон.

Фертигация:

– овощные и плодовые культуры, виноград, цветочные культуры: 8–12 л/га.

Локальное внесение:

– деревья: 3,5–4,0 л/гл (10 л питательного раствора на растение);

– овощи: 300–400 мл/гл (100–200 мл рабочего раствора на 1 растение).

При использовании кендала вместе с медь-, или кальцийсодержащими препаратами может возникнуть фитотоксический шок у наиболее чувствительных растений. Препарат имеет кислую реакцию, поэтому не рекомендуется совмещать его применение с препаратами, имеющими сильную щелочную реакцию.

Линия «**МАКСИФОЛ**» разработана для экстремальных условий ведения сельского хозяйства в России. Одним из основных компонентов каждого из семи препаратов, входящих в линейку «Максифол», является экстракт бурых морских водорослей – *Ascophyllum nodosum*, содержащий макро- и микроэлементы, углеводы, аминокислоты, антиоксиданты, альгиновую кислоту и натуральные фитогормоны: цитокинин, ауксин, гиббереллин и бетаин. Эти активные компоненты усиливают устойчивость растений к стрессам различной этиологии, способствуют повышению количественных и качественных параметров урожайности. Каждый препарат линейки «Максифол» дополнительно обогащен необходимыми мезо- и микроэлементами, потребность в которых многократно возрастает в определенные периоды вегетации. Препараты «**Максифол Динамикс**» и «**Максифол Рутфарм**» дополнительно обогащены свободными специфическими аминокислотами, повышающими эффективность действия этих продуктов.

Максифол Рутфарм – препарат, содержащий экстракт водорослей *Ascophyllum nodosum*, аминокислоты, макро- и микроэле-

менты, разработанный для развития корневой системы растения. Препарат помогает растению пережить травмы при пересадке, а также неблагоприятные факторы: высокая температура, избыток влаги в воздухе и почве. Растения и семена, обработанные Макси-фол Рутфарм, быстро поглощают воду и элементы питания, тем самым инициируя более раннее прорастание, формирование мощной корневой системы, повышая фотосинтетическую активность и ускоряя созревание урожая. Кроме того, комплекс обогащен специальными аминокислотами (триптофан, аргинин, аспарагин, глутамин, фенилаланин, лизин, метионин и треонин), которые активизируют прорастание семян и стимулируют рост кончиков корней, повышают холодостойкость и устойчивость к засолению и стрессам.

Состав:	w/w – %	w/v – %
Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	– 17,5 %	– 20,3 %
Свободные аминокислоты	– 12,0 %	– 13,9 %
Комплекс витаминов (В ₁ В ₆ , РР)	– 0,05 %	– 0,06 %
Калиевая соль индолилуксусной кислоты	– 0,25 %	– 0,29 %
Азот всего:	– 4,0 %	– 4,6 %
в т. ч. органический	– 1,9 %	– 2,2 %
амидный	– 2,1 %	– 2,4 %
К ₂ О	– 2,1 %	– 2,4 %
Zn(EDTA)	– 0,20 %	– 0,23 %

Инструкции по применению:

Корневые подкормки (фертигация):

– *плодово-ягодные, декоративные культуры*: 0,2–0,3 л/100 л воды; расход рабочего раствора – в зависимости от нормы полива; в начале возобновления вегетации (или при посадке) и через 10–14 дней после первой подкормки;

– *овощные, цветочно-декоративные культуры*: 3,0–6,5 л/га (концентрация – 0,3–0,4 %); расход рабочего раствора – в зависимости от нормы полива; сразу после высадки рассады (или в фазе полных всходов) и через 7 дней после первой подкормки.

Овощные культуры без систем фертигации: – 300–400 мл/100 л воды. Полив питательным раствором под корень 0,3–0,5 л под растение, сразу после пересадки и через 7 дней. При ис-

пользовании оборудованных рассадопосадочных машин – 300–400 мл/100 л.

Обработка посевного материала:

– *зерновые, зернобобовые, технические, кормовые культуры*: 0,2–0,5 л/ т семян, расход рабочего раствора – 8–10 л/т.

Обработку посевного материала зерновых, зернобобовых, технических и кормовых культур следует совмещать с протравливанием: 0,2–0,5 л/т Максифол Рутфарм (на 8–10 л воды) + 100–200 г/т АгроМикс (концентрированный комплекс хелатов микроэлементов).

Максифол Старт – препарат для стимуляции и восстановления вегетативного роста, содержащий:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Fe(ДТПА)	– 0,5 %	– 0,6 %
Zn(ЭДТА)	– 1,5 %	– 1,9 %
Mn(ЭДТА)	– 0,5 %	– 0,6 %
Mg ₂ O	– 1,0 %	– 1,3 %
K ₂ O	– 1,2 %	– 1,5 %
Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	– 10,0 %	– 12,7 %
N всего:	– 14,6 %	– 18,5 %
в т. ч. нитратный	– 0,7 %	– 0,9 %
амидный	– 13,9 %	– 17,6 %

Применяется для некорневых подкормок:

– *свекла сахарная, свекла столовая*: в фазе 2–х пар листьев и далее 1–2 раза с интервалом 10–14 дней, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–400 л/га;

– *зерновые культуры*: в фазе начала кущения – выхода в трубку и в начале налива зерна, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *кукуруза, сорго*: в фазе 3–5 листьев и далее 1–2 раза с интервалом 7–12 дней, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *подсолнечник*: в фазе 2–3 пар листьев и далее 1–2 раза с интервалом 7–12 дней, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *зернобобовые культуры, лен, горчица, рапс, гречиха*: до цветения и далее 1–2 раза с интервалом 7–12 дней, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *плодово-ягодные культуры, виноград, цитрусовые*: 1–2 раза до цветения, 1,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *земляника*: в начале возобновления вегетации и в фазе бутонизации, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *огурец, патиссон, кабачок, дыня, тыква, арбуз*: перед высадкой рассады (или в фазе 4–5 листьев) и через 7–12 дней после первой подкормки, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *томаты, перец, баклажан*: через 7–10 дней после высадки рассады и после образования 6–го листа, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *картофель*: в фазе полных всходов и через 7–12 дней после первой подкормки, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *зеленные культуры, капуста*: в фазе 3–х листьев и через 7–12 дней после первой подкормки, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *лук, чеснок*: в фазе 3–5 листьев и через 7–12 дней после первой подкормки, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 150–300 л/га.

Максифол Завязь – препарат для улучшения цветения и образования завязи, содержащий:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Zn (ЭДТА)	– 1,5 %	– 1,9 %
Mn (ЭДТА)	– 0,2 %	– 0,25 %
B	– 4,0 %	– 5,0 %
K ₂ O	– 1,2 %	– 1,5 %
Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	– 10,0 %	– 12,5 %

Применяют путем некорневой подкормки:

– *свекла сахарная, столовая*: в фазу 5–6 пар листьев, через 20–25 дней после первой подкормки и за 15–20 дней до уборки, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–400 л/га;

– *рис*: перед цветением, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *кукуруза, сорго*: перед цветением, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *подсолнечник*: перед цветением, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *зернобобовые культуры, лен, горчица, рапс, гречиха* : перед цветением, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *плодово-ягодные культуры, виноград, цитрусовые*: 1–2 раза перед цветением и после образования завязей, 1,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *земляника*: 1–2 раза перед цветением и после образования завязей, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *огурец, патиссон, кабачок, дыня, тыква, арбуз*: 1–2 раза перед цветением и после образования завязей, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *томаты, перец, баклажан*: 1–2 раза перед цветением и после образования завязей,

1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *картофель*: в фазе полных всходов, в фазе бутонизации и за 15 дней до уборки, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *зеленные культуры, капуста*: в фазе 4–6 листьев и через 20–25 дней после первой подкормки, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *лук, чеснок*: в начале формирования луковицы и за 12–15 дней до уборки, 1,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 150–300 л/га.

Максифол Мега – препарат для роста плодов, содержащий:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Zn (ЭДТА)	– 2,0 %	– 2,5 %
Mn (ЭДТА)	– 1,5 %	– 1,9 %
Fe (ДТПА)	– 1,0 %	– 1,3 %
N всего:	– 4,6 %	– 5,8 %
в т. ч. амидный	– 4,6 %	– 5,8 %
K ₂ O	– 1,2 %	– 1,5 %
Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	– 10,0 %	– 12,7 %

Инструкции по проведению некорневых подкормок:

– *свекла*: 1–2 раза в период роста корнеплода с интервалом 7–12 дней, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–400 л/га;

- *зерновые культуры*: в фазе флагового листа, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;
- *кукуруза, сорго*: в фазе 5–7 листьев, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;
- *зернобобовые культуры, лен, горчица, рапс, гречиха*: в фазе бутонизации, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;
- *плодово-ягодные культуры, виноград, цитрусовые*: 1–2 раза в период роста плодов с интервалом 7–12 дней, 1,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;
- *земляника*: 1–2 раза в период роста плодов, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;
- *огурец, патиссон, кабачок, дыня, тыква, арбуз*: 1–2 раза в период роста плодов с интервалом 7–12 дней, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;
- *томаты, перец, баклажан*: 1–2 раза в период роста плодов с интервалом 7–12 дней, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;
- *картофель*: 1–2 раза после цветения, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;
- *зеленые культуры, капуста*: 2–3 раза в период активного роста, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;
- *лук, чеснок*: 2–3 раза в период роста луковицы, 1,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 150–300 л/га.

Максифол Качество – препарат для повышения качества плодов, содержащий:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	– 10,0 %	– 12,4 %
Н всего:	– 2,5 %	– 3,1 %
в т. ч. нитратный	– 2,5 %	– 3,1 %
K ₂ O	– 1,2 %	– 1,5 %
CaO	– 5,0 %	– 6,2 %
B	– 0,2 %	– 0,25 %
Mn(ЭДТА)	– 0,4 %	– 0,5 %

Применяется целенаправленно для улучшения процессов созревания, повышения количественных и качественных показателей

урожайности. Улучшает окраску, текстуру и вкус плодов, повышает их лёжкость и транспортабельность.

Инструкции по проведению некорневых подкормок:

– *свекла сахарная, свекла столовая*: 1–2 раза в период роста корнеплода с интервалом 7–12 дней, 1,0–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–400 л/га;

– *плодово-ягодные культуры, виноград, цитрусовые*: 2–3 раза в период роста плодов с интервалом 7–12 дней, 1,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *земляника*: 2–3 раза в период роста плодов с интервалом 7–12 дней, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *огурец, патиссон, кабачок, дыня, тыква, арбуз*: 2–3 раза в период роста плодов с интервалом 7–12 дней, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *томаты, перец, баклажан*: 2–3 раза в период роста плодов с интервалом 7–12 дней, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *картофель*: 2–3 раза после цветения, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *зеленные культуры, капуста*: 2–3 раза в период активного роста, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *лук, чеснок*: 2–3 раза в период роста луковички, 1,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 150–300 л/га.

Максифол Динамикс – антистрессант с высоким содержанием аминокислот:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	– 10,0 %	– 11,7 %
Всего аминокислот	– 28,0 %	– 32,8 %
N всего:	– 6,6 %	– 7,7 %
в т. ч. органический	– 4,5 %	– 5,3 %
амидный	– 2,1 %	– 2,4 %
K ₂ O	– 1,2 %	– 1,4 %

Входящие в его состав аминокислоты (тирозин, аргинин, аланин, лизин, пролин, серин, треонин, валин и глютамин) стимулируют рост растения, обеспечивая готовым энергетическим резер-

вом биологические процессы в стрессовых ситуациях (заморозки, низкая или высокая температура, градобитие, химический ожог, осмотический стресс). При совмещении с листовыми подкормками *Максифол Динамикс* расширяет температурные границы их эффективности, повышает способность усвоения элементов питания, играя роль транспортного агента, т. к. те же аминокислоты являются хорошими хелаторами элементов питания.

Инструкции по проведению некорневых подкормок:

– *зерновые, зернобобовые культуры, кукуруза*: 1–3 раза в фазе полных всходах, 0,5–2,0 л/га, расход рабочего раствора – 200–300 л/га;

– *технические культуры*: 1–3 раза в начальные фазы развития культуры, 1,0–3,0 л/га, расход рабочего раствора – 200–300 л/га;

– *плодово-ягодные культуры*: 2–4 раза в течение вегетации, 2,0–3,0 л/га, расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *овощные культуры (открытый грунт)*: 2–4 раза в течение вегетации, 2,0–3,0 л/га, расход рабочего раствора – 300–600 л/га;

– *овощные культуры (защищенный грунт)*: в течение вегетации каждые 10–15 дней, 1,0–2,5 л/га, расход рабочего раствора – 600–1000 л/га;

– *цветочно-декоративные культуры*: некорневая подкормка растений 2–3 раза в течение вегетации с интервалом 10–15 дней, 1,0–2,5 л/га, расход рабочего раствора – 300–1000 л/га;

– *все культуры*: 1,0–3,0 л/га, накануне и после ожидаемых заморозков, при недостатке или избытке влаги и других негативных факторах.

Совмещать подкормку с обработкой медьсодержащими фунгицидами недопустимо. Не комбинировать с обработками, где применяются минеральные масла. Минимальный интервал между листовыми подкормками – 7 дней.

Максифол Экстра – содержит макро- и микроэлементы, карбогидраты, аминокислоты, антиоксиданты, альгиновую кислоту и натуральные фитогормоны: цитокинин, ауксин, гиббереллин и бетаин.

Состав:	w/w – %	w/v – %
Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	– 50,0 %	– 65 %
N всего:	– 1,0 %	– 1,3 %
в т. ч. амидный	– 1,0 %	– 1,3 %
K ₂ O	– 6,0 %	– 7,8 %

Активные компоненты препарата усиливают устойчивость растений к стрессам различной этиологии, способствуют повышению количественных и качественных параметров урожая. Повышает эффективность подкормок при добавлении к рабочему раствору из расчета 0,3–0,5 л/га.

Инструкции по проведению некорневых подкормок:

– *свекла сахарная и столовая*: в фазе 2-х пар листьев и далее 1–2 раза с интервалом 10–14 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–400 л/га;

– *зерновые культуры*: 2–3 раза в период от фазы начала кущения до фазы колошения, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *кукуруза, сорго*: в фазе 3–5 листьев и далее 1–2 раза с интервалом 7–12 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *зернобобовые культуры, лен, горчица, рапс, гречиха*: в фазе бутонизации и далее 1–2 раза с интервалом 7–12 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *подсолнечник*: в фазе 2–3 пары листьев и далее 1–2 раза с интервалом 7–12 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 100–300 л/га;

– *плодово-ягодные культуры, виноград, цитрусовые*: до цветения, в период опадения лепестков – начало образования завязей и далее 2–3 раза в период роста плодов, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 800–1000 л/га;

– *земляника*: осенью (в конце периода вегетации), в начале возобновления вегетации, в фазе бутонизации, в начале образования завязей и далее 2–3 раза с интервалом 15–20 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *огурец, патиссон, кабачок, дыня, тыква, арбуз*: перед высадкой рассады (или в фазе 4–5 листьев) и далее 5–7 раз с интервалом 10–12 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *томаты, перец, баклажан*: через 7–10 дней после высадки рассады и далее 5–7 раз с интервалом 10–15 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *картофель*: в фазе полных всходов, в начале цветения и далее 1–2 раза с интервалом 10–15 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *зеленные культуры, капуста*: в фазе 3-х листьев и далее 2–4 раза с интервалом 10–15 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – 200–500 л/га;

– *лук, чеснок*: в фазе 3–5 листьев и далее 3–4 раза с интервалом 10–14 дней, 1,0–1,5 л/га, расход рабочего раствора – 150–300 л/га;

Фертигация:

– *овощные, цветочно-декоративные культуры (защищенный грунт)*: внесение с поливными водами каждые 7–14 дней, 0,5–1,0 л/га, расход рабочего раствора – в зависимости от нормы полива.

Не рекомендуется смешивать с высококислотными химикатами. Окислители и кислоты могут привести к деструкции.

Мегафол – антистрессовый препарат, произведенный из растительных аминокислот в сочетании с калием, бетаином, полисахаридами и прогормональными соединениями. Основные компоненты Мегафола получены путем энзимного гидролиза из высокопротеиновых растительных субстратов. Повышает урожай и качество продукции.

Аминокислоты и бетаин в сочетании с другими соединениями стимулируют рост растения, обеспечивая энергетическим резервом биологические процессы в стрессовых ситуациях. При совмещении с подкормками Мегафол расширяет температурные границы их эффективности, повышает способность усвоения элементов питания, играя роль транспортного агента и поверхностно-активного

вещества. Он может использоваться со всеми пестицидами, повышая их эффективность и, стимулируя обмен веществ, позволяет легко преодолевать гербицидный стресс растению.

Состав:	w/w – %	w/v – %
Всего аминокислот	– 28,0 %	– 35,0 %
Н всего:	– 3,0 %	– 3,8 %
в т. ч. органический	– 1,0 %	– 1,3 %
амидный	– 2,0 %	– 2,5 %
К ₂ О	– 8,0 %	– 10,0 %
Органический углерод	– 9,0 %	– 11,3 %

Инструкция по проведению некорневых подкормок:

– *плодовые и ягодные культуры*: 2–3 л/га, перед цветением, завязью, формированием плода и во всех случаях вегетативных задержек и стрессов.

– *овощные культуры*: 2–3 л/га в открытом грунте. В защищенном грунте – 150–200 мл/гл, применяя каждые 10–15 дней, после высадки.

– *зерновые, зернобобовые*: 0,5–2,0 л/га (кущение – выход в трубку + колошение, или стресс).

– *технические культуры*: 0,5–3,0 л/га.

Мегафол нельзя комбинировать с минеральными и белыми маслами (типа Корвет Ж). Комбинация Мегафола с медьсодержащими фунгицидами допустима только при применении на оливах, винограде, томатах и артишоках. Перед обработкой слив необходимо протестировать препарат на небольшом количестве деревьев каждого сорта. При комбинации с удобрениями ряда АгроМастер, Пантафид расход Мегафола целесообразно сократить до 0,5–1,0 л/га. Для выведения плодовых и ягодных культур из состояния ступора, связанного с сильными морозами (ситуация января 2006 г.), применяется Мегафол 2–3 л/га + Брексил Zn 1–2 кг/га + карбамид 2–3 кг/га. Для усиления действия Глифосата и Глифосината – 1 л/га.

Препараты компании «МАКСИКРОП» (сокращенно МС). Компания основана в Англии в 1952 г., и была первой в мире производящей экстракт из морских водорослей и отдельные активные

фитоингредиенты. В 1999 г. произошло слияние «Максикроп» с норвежским производителем биостимуляторов – компанией «Алгея» («ALGEA»), что привело к созданию альянса производящего агрохимические препараты на основе морской водоросли *Ascophyllum nodosum*. В настоящее время, Алгея и Максикроп в составе Валагро, используя опыт и научные исследования Валагро, сырье и оборудование компании Максикроп, были произведены инновационные препараты – МС лайн.

Линия Максикроп – **МС лайн**, представлена препаратами направленного действия на основе активных фитоингредиентов. Линия МС представлена продуктами: **МС сет** и **МС крем**, применение которых позволяет получать урожай высокого качества.

МС сет – создан на основе фитогормонов и активных соединений. Содержит цитокинин, аминокислоты, бетаин, маннитол, альгиновую кислоту и микроэлементы – цинк и бор:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Zn (ЭДТА)	– 1,5 %	– 1,7 %
B	– 0,5 %	– 0,6 %
Карбогидраты	– 3,5 %	– 4,0 %
Цитокинин	– 0,06 %	– 0,07 %
Бетаин	– 0,01 %	– 0,011 %
Маннитол	– 0,50 %	– 0,6 %
Альгиновая кислота	– 1,00 %	– 1,1 %

Потребность растения в компонентах препарата многократно возрастает в период цветения и завязывания плодов. Используют для стимуляции цветения, улучшения формирования и сохранения завязи, даже при неблагоприятных погодных условиях.

Инструкция по проведению некорневых подкормок:

– *овощные культуры*: 1,0–2,0 л/га, 2 обработки от начала цветения и до образования завязи.

– *полевые культуры*: 1,0–2,0 л/га, 1–2 обработки, перед цветением и после образования завязи.

– *плодовые и ягодные культуры*: 1,0–2,0 л/га, 2 обработки от начала конца цветения.

МС крем – антистрессовый препарат, наиболее насыщенная формуляция высококонцентрированных активных фитоингредиентов, содержащая бетаин, цитокинин, ауксин и гиббереллин, аминокислоты и альгиновую кислоту, мезо- и микроэлементы:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Карбогидраты	– 7,0 %	– 7,42 %
Альгиновая кислота	– 4,0 %	– 4,24 %
Mn	– 1,5 %	– 1,59 %
MgO	– 1,0 %	– 1,06 %
Zn	– 0,5 %	– 0,53 %
Цитокинин	– 0,010 %	– 0,011 %
Бетаин	– 0,004 %	– 0,0042 %
Гиббереллин	– 0,003 %	– 0,0032 %
Ауксин	– 0,001 %	– 0,0011 %

Состав специально разработан для преодоления стрессов (особенно низко и высокотемпературных, а так же при химических ожогах и механических повреждениях), стимуляции метаболизма, ростовой и фотосинтетической активности, и других факторов позволяющих восстановить и поддержать высокий уровень продуктивности.

Инструкции по проведению некорневых подкормок:

– *овощные культуры*: 1,0–2,0 л/га, еженедельно, до выхода из стресса.

– *полевые культуры*: 0,5–2 л/га, 1–3 обработки, при возникновении стрессовых ситуаций.

– *плодовые и ягодные культуры*: 2 л/га, каждые 7–10 дней, до выхода из стресса.

– *цветочные культуры*: 1,0–2,0 л/га, каждые 7–10 дней, до восстановления нормального роста.

Аминофол NPK – антистрессовый препарат со свойствами иммунопротектора, содержащий макроэлементы (NPK) и аминокислоты:

Состав:	w/w – %	w/v – %
Всего аминокислот	– 32,0 %	– 43,5 %
N всего	– 5,0 %	– 6,8 %
в т. ч. органический	– 5,0 %	– 6,8 %
P ₂ O ₅	– 15,0 %	– 20,4 %
K ₂ O	– 10,0 %	– 13,6 %

Применение Аминофол НРК помогает преодолевать не только стрессовые ситуации, стимулируя метаболизм, рост и развитие растений, но и повышает устойчивость ко многим заболеваниям, т. к. фосфор и калий присутствуют в форме фосфита калия, который обладает превентивным фунгицидным действием, стимулируя синтез фитоалексинов*.

Аминофол НРК эффективен в широком диапазоне температур, т. к. аминокислоты тирозин, аргинин, аланин, лизин, пролин, серин, треонин, валин и глютамин стимулируют рост растения, обеспечивая энергетическим резервом биологические процессы в стрессовых ситуациях, и являются хорошими транспортными агентами. Применение препарата существенно повышает урожай и качество продукции.

Инструкции по проведению некорневых подкормок:

– *плодовые культуры семечковые и цитрусовые*: 1,0–3,0 л/га, в фазе «розовый бутон», в начале образования завязи, в фазе плода «грецкий орех» и в фазе размера плода 5–6 см;

– *плодовые культуры косточковые*: 1,0–2,5 л/га, до наступления фазы цветения, в начале образования завязи и 1–3 раза в период роста плодов с интервалом 10–15 дней;

– *виноград*: 1,0 — 3,0 л/га, в фазе 3–5 листьев, в фазе начала цветения, в конце фазы цветения и 2–3 раза в период формирования и роста ягод;

– *земляника*: 1,0–3,0 л/га, осенью, в начале вегетации, в фазе бутонизации, в начале образования завязи и далее 2–3 раза с интервалом 15 дней;

– *овощные культуры*: 1,0–3,0 л/га, перед высадкой рассады, после высадки (или после 2 пары листьев) и далее 5–7 раз с интервалом 10–12 дней;

– *лиственные овощи и капуста*: 1,0–3,0 л/га, от 3-х листьев, 3–4 раза за сезон;

* Фитоалексины – защитные фенольные соединения, отсутствующие у здорового растения и образующиеся как ответная реакция на поражение возбудителем.

– *картофель*: 1,0–3,0 л/га, полные всходы, начало цветения, и далее 1–2 раза с интервалом 10–15 дней;

– *лук, чеснок*: 1,0–3,0 л/га, в фазе 3–5 листьев и далее 3–4 раза каждые 10–14 дней

– *зерновые культуры и кукуруза* 0,5–2,0 л/га, 2–3 раза от фазы кущения (3–5 лист у кукурузы);

– *зернобобовые культуры, лен, горчица, рапс, гречиха*: 0,5–1,5 л/га, подкормка 1–2 раза до наступления фазы цветения с интервалом 7–10 дней и после цветения;

– *свекла сахарная, подсолнечник*: 0,5–3,0 л/га, от 2-х пар листьев, и далее 1–2 раза.

При фертигации:

– *овощные, бахчевые и плодово-ягодные культуры*: 3 – 6 л/га, периодическая подкормка в течение вегетации; или ежедневное внесение из расчета 0,2–0,3 л/га.

Минимальный интервал между подкормками – 7 дней. Не совмещать подкормку с обработкой медьсодержащими фунгицидами.

Активейв (жидкое органоминеральное удобрение) – в состав входят: кайгидрин – сложная молекула, которая способствует проникновению и усвоению элементов питания корневой системой растения, бетаины – помогают растению преодолеть неблагоприятные условия внешней среды, альгиновая кислота – взаимодействует с элементами питания растений, делая их доступными, а также улучшает структуру и свойства почвы.

Состав:	w/w – %	w/v – %
N общий	– 3,0 %	– 3,9 %
в т. ч. органический	– 1,0 %	– 1,3 %
амидный	– 2,0 %	– 2,6 %
K ₂ O	– 7,0 %	– 9,0 %
Fe (EDDHSA)	– 0,50 %	– 0,65 %
Zn (EDTA)	– 0,08 %	– 0,1 %
Органический углерод (C)	– 12,0 %	– 15,5 %
Органическое вещество	– 17,0 %	– 22,0 %

Активейв ускоряет поглощение элементов питания растениями. Действует непосредственно на специфические механизмы в

плазмалемме, на уровне клеточных мембран, регулируя усвоение и использование элементов питания, усиливая работу т. н. «протонных насосов». Способствует повышению урожайности, качества плодов, ускорению созревания и вступления растений в период плодоношения. Применяется, в основном, в системах капельного полива, что улучшает способность усвоения корневой системой элементов питания из удобрений, повышая биологическую и экономическую эффективность их применения.

Используют при организации питания в системах гидропоники и капельного полива (фертигация):

– *овощных культур*: препарат вносят 5 раз за вегетацию из расчета 10–15 л/га: 1-е применение – через 20 дней после пересадки (высадки). 2-е – через 10 дней после первого, 3-е – через 10 дней (первые стадии завязи) после второго, 4-е – через 15 дней после третьего, 5-ое применение через 15 дней после четвертого. В защищенном грунте, когда культура выращивается в продленном обороте, возможно применение продукта каждые 10–15 дней, 8–10 применений. Активейв стабилен в интервале pH 4–10, можно растворять в баке для нитратов. При ручном внесении расход рабочего раствора – 5–10 л/м³.

– *яблоня*: норма 10–15 л/га, 1-е применение перед цветением (фаза розовый бутон), 2-е – через 15–20 дней, 3-е – через 15–20 дней после второго, 4-е применение через 15–20 дней после третьего.

– *земляника*: норма 10–15 л/га, основная программа применения (холодозащитная) – два применения после пересадки и до осеннего покоя с интервалом 15 дней, при возобновлении вегетативного роста – 2–3 применения перед цветением. Применение препарата в период плодоношения земляники следует избегать, особенно на высоко плодородных почвах.

ХЭФК, ВР – водный раствор, содержащий 480 г/л этефона. Препарат быстро проникает в растение и ускоряет биосинтез этилена в растительных тканях. За счет накопления этилена стимулируется рост корневой системы и сдерживается рост стебля, что приводит

к укорачиванию стебля и утолщению второго и третьего междоузлия, повышению количества продуктивных стеблей. Предназначен для применения в качестве регулятора роста растений, ретарданта на посевах зерновых и других сельскохозяйственных культур. Его применение предотвращает полегание зерновых культур, стимулирует рост и объем корневой системы, укрепляет стебель за счет сокращения длины междоузлий и увеличения диаметра стебля, повышает количество продуктивных стеблей, оказывает положительное влияние на урожай и его качество, создает благоприятные условия для уборки урожая. Влияние препарата проявляется в течение 7–10 дней с момента обработки. Период защитного действия – в течение вегетации или периода хранения после обработки.

Регламент применения препарата:

Культура	Цель обработки	Норма расхода, л/га		Способ, время обработки, сроки выхода для ручных (механизированных) работ	Срок ожидания (кратность обработок)
		препарата	рабочей жидкости		
Пшеница озимая и яровая, ячмень яровой, тритикале озимая и яровая, рожь озимая	повышение устойчивости посева к полеганию, ускорение созревания, повышение урожая, улучшение качества продукции	0,5–1,0	300	опрыскивание растений в конце фазы выхода в трубку, 1(1)	(1)
Томаты	ускорение созревания, повышение урожайности плодов	1,5	400 – 600	опрыскивание растений за 21 день до уборки, 1(1)	21(1)
Лук репчатый	повышение сохранности урожая, снижение прорастания, повышение устойчивости к болезням при хранении	3,0–4,5	600 – 800		

Технология применения. Рабочий раствор готовят непосредственно перед опрыскиванием. Бак опрыскивателя на 1/3 заполнить водой, залить полную дозу препарата, долить оставшееся количество воды и перемешать. Перемешивание продолжается и во время обработки посевов для обеспечения однородности рабочего раствора. Приготовление рабочего раствора и заправку опрыскивателя проводить на специальных площадках, которые в дальнейшем подвергнуть обезвреживанию. Для опрыскивания применяются серийно выпускаемые наземные штанговые опрыскиватели.

Препарат 3 класса опасности (вещество умеренно опасное), не фитотоксичен в рекомендуемых нормах, случаев возникновения резистентности для препарата не выявлено. Хранить препарат в предназначенном для хранения пестицидов помещении. Температурный интервал хранения от минус 10°C до плюс 35°C.

1.2. Дефолиация, десикация и сеникация

Возможность химического регулирования роста и развития растений не может быть ограничена только ранними этапами онтогенеза и основными периодами формирования урожая. Отдельные культуры не успевают полностью созреть до наступления осенней неблагоприятной погоды, что приводит к снижению количества и качества урожая. Для ускорения созревания в предуборочный период применяют химические препараты: дефолианты, десиканты и сениканты.

1.2.1. Дефолиация

Дефолиация – обезлиствение, предуборочное искусственное удаление листьев растений для облегчения механизированной уборки урожая. Проводят ее химическими веществами-дефолиантами, которые вызывают в растениях процессы, аналогичные происходящим при старении листьев и их естественном опадении.

К. Овчаров, 1971

Дефолиация – искусственное предуборочное удаление листьев у растений. Определение «дефолианты» происходит из сочетания от-

рицательной приставки «*de-*» (приблизительный синоним русского «*не*», «*от*») и корня латинского слова «*folium*» («*лист*»). Смысловой перевод термина – средства, освобождающие растения от листьев. На первый взгляд, действие дефолиантов и гербицидов представляется примерно одинаковым. Гербициды, распыляемые на надземные органы растений или вносимые в почву, действуют либо местно, либо проникают в ткани, приводя к определенным изменениям в обмене веществ и в итоге вызывая усыхание и гибель растения. Отличие дефолиантов состоит в том, что их использование не приводит к необратимым процессам, способствующим прекращению жизнедеятельности. В результате их влияния происходит опадение листьев, но позже растение снова восстанавливает свою зеленую массу (если оно многолетнее), его рост и другие характеристики в дальнейшем не страдают.

В процессах формирования возрастных изменений растения, созревания его плодов и опадения листьев лежит примерно одинаковый механизм. В его тканях происходит образование этилена – вещества из группы алкенов. Он выполняет функцию фитогормона, что и обуславливает его своеобразное влияние на физиологические процессы. Под действием дефолиантов этилен образуется в повышенных количествах, быстро приводя к соответствующим изменениям в растении. У основания листового черешка формируется несколько слоев клеток, носящих название отделительной зоны. Они имеют рыхлую структуру, что обуславливает постепенное уменьшение прочности крепления листовой пластинки к ветке. При этом сосудистая сеть, питающая лист, постепенно редуцируется и все хуже проводит к нему питательные вещества. Обменные процессы и фотосинтез замедляются, а затем сосуды ксилемы вообще закрываются, и лист отпадает. Перед опадением из листьев происходит отток ассимилятов и физиологически активных веществ протоплазмы клеток: аминокислот, продуктов гидролиза белков, витаминов, ферментов, органических кислот. Указанные вещества используются на построение созревающих плодов и семян.

Дефолианты наиболее широко применяются в хлопководстве. Наличие зеленых листьев на растениях во время сбора хлопка-сырца из раскрывшихся коробочек является препятствием для высокопро-

изводительной работы хлопкоуборочных машин. Рабочие органы обрывают листья и выжимают из них зеленый сок, пачкающий сырец. Попадая в хлопок-сырец, листья быстро засыхают, крошатся и засоряют его. Испаряющаяся из листьев влага поглощается волокном. При этом влажность убранного хлопка-сырца значительно повышается, что приводит к необходимости проведения дополнительной сушки хлопка-сырца машинного сбора. Проведение дефолиации устраняет причины, препятствующие механизированной уборке хлопчатника, не вступая в противоречие с биологией самого растения. По времени дефолиация совпадает с прекращением образования у хлопчатника плодоземелентов, замедлением роста стебля, почти полным прекращением потребления элементов питания, прекращением накопления сухой массы, началом процесса естественного листопада. Дефолианты стимулируют образование отделительного слоя у черешка листьев, чем значительно ускоряют их опадение.

Широкое применение дефолианты получили и в виноградарстве. Здесь они используются на плодоносящих насаждениях для подготовки к механизированной уборке урожая, в питомниководстве – для удаления листьев у саженцев перед их выкопкой из школки и на маточниках привоя – для облегчения заготовки черенков в доморозный период. Обезлиственные саженцы винограда легче выкапывать, укладывать на хранение, в процессе которого уменьшается возможность развития грибковых заболеваний.

Высокие результаты показала дефолиация посевов клещевины (таблица 8; Анненкова Г.Н., Смирнова Р.И., 1968). Этот агроприем значительно облегчает уборку культуры, позволяет проводить ее в лучшие и сжатые сроки. Урожай клещевины с дефолированных посевов, как правило, на 6–8 % менее засорен посторонними примесями, влажность убранных семян на 7–10 % ниже, чем с необработанных участков.

Наиболее изученными дефолиантами являются цианамид кальция, хлорат магния, хлоратхлорид кальция. В мировой ассортимент входят также фолекс ($(C_4H_9S)_3P$), бутифос ($C_{12}H_{27}OP S_3$), 2-хлорэтилфосфоновая кислота (этефон) $C_2H_6ClO_3P$, хлорат и бораты Na, какодиловая кислота $(CH_3)_2As(O)OH$, $CaCN_2$, диметипин (харвейд, II), паракват-дихлорид и эндотал.

Таблица 8 – Эффективность дефолиации посева клещевины

Дефолиант	Количество листьев перед уборкой шт./растение	Влажность семян перед уборкой, %
Контроль	10,7	12,8
Хлорат магния, 15 кг/га	3,4	5,7

Цианамид кальция (CaCN_2) – плохорастворимый в воде пылящий порошок темно-серого цвета с характерным ацетиленовым запахом. Содержит 50–55 % цианамида кальция, 18–20 % цианамидного азота и 0,5–1,5 % минерального масла. Он среднетоксичен для теплокровных животных, ЛД₅₀ для мышей равен 400 мг/кг, обладает раздражающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожу и в дыхательные пути. При воздействии атмосферной влаги и росы на цианамид кальция образуются однозамещенный цианамид кальция и гидроксид кальция. Дальнейший гидролиз однозамещенного цианамида кальция приводит к образованию свободного цианамида. Свободный цианамид растворим в воде, и хорошо проникает в листья, что и вызывает их опадание. Для проявления дефолирующего действия цианамида кальция на растения необходимо, чтобы листья были увлажнены росой. В этом случае образование однозамещенного цианамида кальция и свободного цианамида, а также проникновение последнего в растения происходит довольно быстро – примерно в течение одного часа. На скорость проникновения цианамида в листья оказывает существенное влияние температура воздуха. Повышение температуры в диапазоне от 10 до 20°C увеличивает скорость его проникновения в листья более чем в 3 раза. Проникший в листья цианамид образует малорастворимые соли с медью, железом, цинком и другими металлами, и, таким образом, блокирует ферменты, регулирующие фотосинтез, разрушает хлорофилл и другие пластидные пигменты. В результате подавления фотосинтеза в листьях резко уменьшается содержание углеводов. Одновременно с этим цианамид кальция разрушает белковые соединения и инактивирует фермент каталазу, что, в конечном итоге, приводит к резкому падению интенсивности дыхания. Образующиеся при распаде белковых соединений продукты оттекают в генеративные органы растения.

Цианамид кальция используется для дефолиации хлопчатника способом опыления растений за 10–15 дней до сбора урожая при норме расхода 35–60 кг/га. Обработка хлопчатника этим препаратом в оптимальные сроки не оказывает отрицательного влияния на технологическое качество волокна.

Хлорат магния $[\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ – гигроскопичный порошок, хорошо растворимый в воде или бесцветное кристаллическое вещество с содержанием 58–62 % действующего вещества – гексагидрата хлората магния. Он не взрывается и безопасен в пожарном отношении; среднетоксичен для теплокровных животных; ЛД₅₀ для мышей 620 мг/кг.

Высокая дефолирующая активность хлората магния связана с его сильными окислительно-восстановительными свойствами. Под действием этого дефолианта в листьях нарушается водный режим, подавляется фотосинтез, разрушаются пластидные пигменты, нарушаются углеводный и белковый обмен. Гидролитические процессы в листьях начинают преобладать над синтетическими. Затем листья увядают, у основания их черешков образуется отделительный слой, и они опадают. Эти процессы происходят в листьях при воздействии на них хлората магния в сравнительно небольших дозах, порядка 10–15 кг/га. Повышенные дозы препарата вызывают сильный ожог растений, клетки в зоне отделительного слоя погибают, не образуя отделительный слой, и листья не опадают.

Хлорат магния применяется в виде водных растворов. Дефолирующая активность этого препарата проявляется при сравнительно низких температурах – порядка 9–10⁰С. Большим преимуществом хлората магния перед цианамидом кальция является возможность эффективного применения его в качестве дефолианта при полном отсутствии росы и при низкой влажности воздуха. Хлорат магния не является системным дефолиантом и проникает только в те листья, на которые наносится. При этом полное проникновение препарата происходит в течение одного часа. Листья под действием хлората магния опадают значительно быстрее, чем под влиянием цианамида кальция.

Хлорат магния используется для дефолиации хлопчатника путем опрыскивания растений за 6–12 дней до уборки урожая при

нормах расхода препарата 10–12 кг/га. Этот препарат, как дефолиант, хорошо зарекомендовал себя и на посевах клещевины (таблица 9). Лучшим сроком обработки клещевины хлоратом магния является период побурения коробочек на центральной кисти, когда процессы накопления сухих веществ и масла в семенах заканчиваются. Оптимальная норма препарата при дефолиации – 15 кг/га. К уборке дефолированной клещевины приступают через 10–15 дней после обработки. Дефолиация, проведенная в оптимальный срок, не снижает урожай семян, а их посевные и товарные качества не ухудшаются.

Таблица 9 – Эффективность дефолиации посевов клещевины хлоратом магния (ХМ)

Вариант	Чистота семян, %	Влажность семян, %	Урожай семян, ц/га	Производительность комбайна, га/ч
Контроль	86,0	16,3	4,8	1,8
ХМ, 15 кг/га	93,4	9,1	5,7	2,7

Хлоратхлорид кальция $[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{CaCl}_2]$ – светло-серая жидкость с содержанием 30–32 % хлората кальция. Последний хорошо растворяется в воде, гигроскопичен, малотоксичен для человека и теплокровных животных: ЛД₅₀ для мышей 1112 мг/кг. ПДК в воздухе рабочей зоны 2,5 мг/м³. Данный препарат в качестве дефолианта рекомендуется на хлопчатнике. Применяют путем опрыскивания посевов с нормой расхода препарата 20–30 кг/га в период раскрытия 1/4 коробочек на большинстве кустов. Дефолиацию хлоратхлоридом кальция рекомендуется заканчивать за 6 дней до сбора хлопка-сырца.

Хлоратхлорид кальция интенсивно поглощается листьями. Через 2–3 дня после обработки растений листья обезвоживаются и опадают. По своему действию препарат сходен с хлоратом магния, но оно проявляется более мягко.

Бутифос $[(\text{C}_4\text{H}_9\text{S})_3\text{PO}]$. Действующее вещество – S,S,S-трибутилтриниофосфат: $[(\text{C}_4\text{H}_9\text{S})_3=0]$. Представляет собой жидкость светло-коричневого цвета с неприятным запахом, содержащую 70 % действующего вещества. Бутифос высокотоксичен для человека и теп-

локровных животных: ЛД₅₀ для крыс 177 мг/кг. ПДК в воздухе рабочей зоны 0,2 мг/м³. Как дефолиант, характеризуется высокой активностью, максимальная эффективность проявляется при температуре воздуха 18–20 °С. Препарат одинаково эффективен как во влажную, так и в сухую погоду. Бутифос – дефолиант контактного действия, т. е. проникает только в те листья, на которые наносится. Препарат показал хорошие результаты на хлопчатнике. Начинать обработку этим дефолиантом рекомендуется при раскрытии 1/4 коробочек на кусте хлопчатника. Оптимальная доза препарата 1,5–3,0 кг/га. Прекращать обработку бутифосом следует за 10 дней до уборки хлопчатника.

1.2.2. Десикация

Десикация – предуборочное подсушивание растений с целью ускорить их созревание и облегчить механизированную уборку урожая. Высыхание растений происходит под влиянием химических веществ-десикантов, которые необратимо повреждают коллоиды протоплазмы, что резко ослабляет водоудерживающую способность клеток, уменьшает количество связанной воды и усиливает испарение. Десиканты быстро высушивают листья и стебли, не повреждая созревающих семян, корнеплодов и клубней.

К. Овчаров, 1971

В настоящее время *десикация* получила всеобщее признание. В частности, данный агроприем стал неотъемлемой частью подготовки хлопчатника к машинной уборке. Сочетание десикации и дефолиации значительно ускоряет темпы созревания и раскрытия коробочек, что происходит не только за счет их положительного влияния на растения, но и в результате изменения микроклимата куста, его осветления и уменьшения влажности воздуха и почвы, повышения температуры в приземном слое воздуха. Это позволяет более быстро и экономично убрать урожай, своевременно очистить поля от гуза-паи и провести зяблевую вспашку в оптимальные аг-

80

ротехнические сроки, что является залогом высокого урожая в следующем году. Кроме того, десиканты оказывают инсектицидное и акарицидное действие, в результате чего сокращается численность сосущих и грызущих вредителей к весне следующего года.

Десиканты могут быть использованы также в процессе возделывания других сельскохозяйственных культур. В частности, они широко используются для предуборочного удаления ботвы картофеля, на семенных посевах многолетних трав, посадках сахарной свеклы, подсолнечнике, клещевине, конопле, люпине и рисе. В результате десикации ускоряется созревание семян и плодов, уменьшается их влажность, что позволяет механизировать уборку. Десикация особенно необходима в условиях неблагоприятной осенней погоды, при затяжных дождях, а также на высоких фонах удобрений и при орошении, когда может удлиняться вегетационный период. Десикацию, как прием высушивания растений на корню, рекомендуется осуществлять уже после формирования урожая, когда она не может оказать отрицательного влияния на его величину и качество.

Десикантами являются препараты контактного, т.е. местного, действия, обжигающие растения. Проникая в растительные ткани, они, в первую очередь, повреждают клеточные мембраны, нарушая их структуру и функции, вызывают необратимые изменения коллоидов растительных клеток, приводящие к резкому ослаблению их водоудерживающей способности. Далее под воздействием десикантов происходит денатурация белков из-за разрыва химических связей, усиления процессов гидролиза углеводов, ослабление устьичной транспирации и резкое снижение интенсивности дыхания. В результате этих изменений ткани растений усыхают, а содержащиеся в них пластические вещества оттекают в плоды и семена. Десиканты, повреждая листья и стебли, не оказывают отрицательного влияния на зародыши и семядоли семян, т.к. они защищены тканями семяместилиц и семенными оболочками. Ускоренное подсыхание семян, наблюдающееся под действием десикантов, является следствием быстрого обезвоживания материнского растения.

В качестве десикантов могут применяться различные вещества, но чаще всего рекомендуются хлорат магния, хлоратхлорид кальция, бутифос и реглон.

Хлорат магния является наиболее универсальным и надежным десикантом. К тому же он относится к числу наименее токсичных препаратов. Его применяют в виде водного раствора, который готовится в день опрыскивания в железных или деревянных чанах. Хлорат магния не обладает системным действием, поэтому необходимо точно придерживаться рекомендуемых доз (таблица 10; Груздев Г.С., Зинченко В.А., Калинин В.А. и др., 1980).

Таблица 10 – Применение хлората магния для десикации

Культура	Норма расхода, кг/га		Срок применения	Срок ожидания, дни
	препарата	действующего вещества		
Хлопчатник	25–35	15–21	раскрытие не менее 50 % коробочек	6
Рис	25–50	15–30	полная спелость 70–75 % зерновок в метелке	10
Пшеница	20–30	12–18	начало восковой спелости зерна	10
Подсолнечник	20–30	12–18	начало побурения корзинок	10
Картофель	25–30	15–18	окончание формирования клубней и огрубления кожуры	10
Клещевина	15–20	9–12	побурение коробочек на центральной кисти	10
Соя	20–30	12–18	побурение бобов на нижнем и среднем ярусах растений	10
Семенники сахарной свеклы	15–30	9–18	побурение 30–40 % клубочков	10
Зеленцовая конопля	12–18	7,2–10,8	окончание цветения мужских соцветий	10
Семенники редиса	25–33	15–20	восковая спелость при влажности семян 50–55 %	10

При правильном применении действие хлората магния проявляется уже через несколько часов. В первые 6 ч растения интенсивно теряют воду и через 48 ч листья становятся почти сухими (таблица 11; Ракитин Ю.В., 1983).

Таблица 11 – Скорость высыхания листьев фасоли после обработки хлоратом магния

Время после обработки, ч	Содержание воды, %	
	контроль	хлорат магния
4	6	24
48	83,6	85,7
85,7	83,4	76,0
68,3	53,5	39,2

Хлорат магния как эффективный десикант на посевах подсолнечника может быть использован только в тех районах, где в конце августа – первой половине сентября семена имеют влажность не более 35–40 %.

Десикация риса хлоратом магния позволяет вести уборку прямым комбайнированием и свести к минимуму потери зерна (таблица 12; Анненкова Г.Н., Смирнова Р.И., 1968).

Таблица 12 – Урожайность и потери зерна при десикации риса хлоратом магния

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Потери зерна при уборке, ц/га
Контроль	52,5	–	2,5
Хлорат магния, 20 кг/га	55,0	2,5	–

Десикация семенников сахарной свеклы не только увеличивает урожай, но и способствует повышению сахаристости корнеплодов (таблица 13; Анненкова Г.Н., Смирнова Р.И., 1968).

Таблица 13 – Урожайность и сахаристость сахарной свеклы при десикации хлоратом магния

Вариант	Урожайность, ц/га	Сахаристость, %
Контроль	275	16,8
Хлорат магния, 20 кг/га	287	17,0

Хлорат-хлорид кальция применяется для десикации хлопчатника за 6–12 дней до уборки при норме расхода препарата 45–50 кг/га.

Бутифос. Используют для десикации хлопчатника за 10 дней перед уборкой. Норма расхода препарата – 3–6 кг/га.

Реглон. Действующее вещество – дибромид–1,1–этилен–2,2–дипиридил. Хорошо растворимое в воде белое кристаллическое вещество. Относится к среднетоксичным препаратам, ЛД₅₀ для крыс 400 мг/кг. Выпускается в форме 20 %-ного водного раствора.

Возможны два пути воздействия дипиридилов на обмен веществ растения. Первый – через ингибирование переноса электронов в процессе фотосинтеза. В растениях переносчиком электронов является железосодержащий белок ферредоксин, а дипиридилов способны заменять ферредоксин в реакциях фотосинтеза, что приводит к нарушению этого процесса и гибели растения из-за недостатка питания и потери энергии. Второй – в результате вторичного окисления дипиридилов молекулярным кислородом происходит накопление реакционно-способных гидроперекисных радикалов, которые и разрушают клетки растений.

Реглон является эффективным десикантом клещевины. Опрыскивание посевов этим препаратом из расчета 2 кг/га способствует повышению производительности комбайна, сокращению периода уборки, снижению потерь, а также затрат, связанных с сушкой семян.

Опрыскивание реглоном картофеля уменьшает распространение вирусных болезней и положительно влияет на процесс созревания клубней.

Десикация реглоном подсолнечника позволяет снизить влажность семян в 1,5–2 раза и начать уборку на 10–14 дней раньше по

сравнению с необработанными посевами. Реглон вносится из расчета 3 кг/га по действующему веществу через 40–45 дней после массового цветения подсолнечника в начале побурения корзинок при влажности семян не более 40 %. Преждевременное опрыскивание ведет к снижению урожая семян и сбора масла.

Эффективна десикация реглоном семенников сахарной свеклы путем опрыскивания растений в период побурения 30–40 % клубочков с нормой расхода препарата 5–10 кг/га. Заканчивать обработку следует за 10 дней до уборки семян.

На семенниках люцерны опрыскивание реглоном допускается не позднее, чем за 7 дней до уборки в условиях орошаемого земледелия. Норма расхода препарата 2–4 кг/га.

Спрут Экстра, ВР – водный раствор, содержащий 540 г/л глифосата кислоты в виде калийной соли. Предназначен для десикации ряда зерновых культур, гороха, рапса, подсолнечника и других с целью снижения потерь при уборке и уничтожения сорняков. Его применение обеспечивает облегчение и ускорение уборки, снижение потерь при комбайнировании, повышение качества продукции за счет уменьшения влажности и засоренности семян, очистку полей от многолетних сорняков под последующие культуры. Попадая на растения, препарат проникает в листья и другие зеленые части и переносится по всем органам, включая корневую систему, блокируя синтез ароматических аминокислот. Видимые симптомы воздействия на культурные растения и однолетние сорняки становятся заметны через 4–5 дней, на многолетние сорняки – через 7–10 дней после обработки и проявляются в виде пожелтения, затем побурения растений, усыхания листьев.

Технология применения. Рабочий раствор готовят непосредственно перед применением и используют в день приготовления. Бак опрыскивателя на 1/3 заполняют водой, включают мешалку, заливают полную дозу препарата и доливают оставшееся количество воды. Затем весь объем тщательно перемешивают. Для опрыскивания применяются серийно выпускаемые наземные штанговые опрыскиватели, предназначенные для внесения гербицидов. При авиационной обработке для приготовления рабочей жидкости бак заполняют

на 1/3 водой, при включенной мешалке добавляют расчетное количество препарат и оставшееся количество воды. Приготовление рабочего раствора и заправку опрыскивателя проводят на специальных площадках, заправочное агрегата – на стационарных заправочных станциях, которые в дальнейшем подвергают обезвреживанию.

Регламент применения препарата:

Культура	Норма расхода, л/га		Способ, время обработки, сроки выхода для ручных (механизированных) работ	Срок ожидания (кратность обработок)
	препарата	рабочего раствора		
Зерновые культуры	1,3–1,8	100–200 – наземное опрыскивание; 25–50 – авиационное опрыскивание	опрыскивание посевов за 2 недели до уборки (при влажности семян не более 30 %), –(3) опрыскивание посевов за 10–15 дней до уборки в фазе начала побурения корзинок (при влажности семян не более 30 %) опрыскивание посевов в фазе начала побурения бобов нижнего и среднего ярусов (при влажности бобов не более 30 %) опрыскивание посевов в начале созревания при побурении 70 – 75 % стручков или влажности семян 25 – 35 %, но не позднее, чем за 10 дней до уборки, – (3) опрыскивание посевов за 2 недели до уборки при влажности семян 25 – 35 %, – (3)	–(1)
Подсолнечник				
Соя				
Рапс				
Горох				

Препарат 3 класса опасности (вещество умеренно опасное); устойчивых видов растений не имеется, кроме трансгенных; случаев возникновения резистентности не выявлено. Хранить препарат в предназначенном для хранения пестицидов помещении при температуре от минус 15°C до плюс 30°C.

Тонгара, ВР – водный раствор, содержащий 150 г/л диквата. Неселективный контактный десикант для предуборочной десикации подсолнечника, гороха, рапса, семенных посевов зерновых культур, люцерны, моркови, капусты свеклы, клевера, турнепса, бобов кормовых, сои и редиса. Способствует быстрому подсушиванию растений, облегчает уборку урожая, обеспечивает быстрое и равномерное созревание, сокращает потери семян при уборке, облегчает уборку, снижает влажность семян. В процессе поглощения листьями растений происходит восстановление молекулы диквата, в результате чего образуется стабильный радикал, который может быть вторично окислен молекулярным кислородом, В результате присоединения электрона кислород превращается в высокореактивный супероксид-анион (O_2^-) и перекись водорода (H_2O_2), окисляющие ненасыщенные жирные кислоты. Образующийся при этом малоновый диальдегид инактивирует электронно-транспортную систему, что становится причиной быстрого разрушения тонопластов, деструкции клеточного содержимого (разрыв митохондрий, разрушение мембран тилакоидов в хлоропластах) и гибели растения в целом. В зависимости от погодных условий признаки десикации обнаруживаются спустя 5–10 дней после обработки. Признаки действия препарата – постепенное увядание, пожелтение, затем и усыхание листьев растений.

Технология применения. Рабочий раствор готовят непосредственно перед применением и используют в день приготовления. При наземной обработке бак опрыскивателя наполняют примерно наполовину водой, вливают в него необходимое количество препарата, доливают водой до полного объема и перемешивают раствор гидравлическими мешалками. Заправочная площадка после работы подвергается обеззараживанию. При авиационной обработке –

рабочий раствор готовится механизированным способом непосредственно перед опрыскиванием. Можно использовать стационарные заправочные станции СЗС–10 и передвижные агрегаты АПТ «Темп» или АПЖ–12. Для приготовления рабочей жидкости заполняется 1/2 бака заправочного агрегата чистой водой, включается мешалка, добавляется отмеренное количество препарата и продолжается заполнение бака водой с одновременным перемешиванием. В отдельных случаях при отсутствии специальных наземных средств приготовления и заправки возможно приготовление рабочей жидкости непосредственно в опрыскивателе воздушного судна (ВС). При этом сначала бак наполовину заполняется чистой водой, затем заливается необходимое количество препарата и добавляется вода до требуемого объема. Во время полета ВС к обрабатываемому участку включается гидромешалка для дополнительного перемешивания рабочей жидкости (время работы гидромешалки не менее 2 минут).

Регламент применения препарата:

Культура	Норма расхода, л/га		Способ, время обработки	Срок ожидания (кратность обработок)
	препарата	рабочего раствора		
1	2	3	4	5
Подсолнечник	1,5–2,0	200–300 – наземное опрыскивание; 50–100 – авиационное опрыскивание	начало побурения корзинок	7(1)
Горох	1,5–2,0		полная биологическая спелость за 7–10 дней до уборки культуры	7–10(1)
Рапс яровой и озимый	1,5–2,0		побурение семян в стручках среднего яруса	7(1)
Соя	1,5–2,0		побурение 50–70 % бобов за 7–10 дней до уборки культуры	7–10(1)

1	2	3	4	5
Зерновые коло- совые культуры	1,5–2,0		созревание при влаж- ности зерна не выше 30 %	7(1)
Люцерна (се- менные посе­вы)	2,0–4,0		побурение 85–90 % бобов	
Картофель (се- менные посадки)	2,0		окончание формиро- вания клубней и огрубления кожуры	
Картофель (сильно облист- венные сорта) (семенные по- садки)	2,0		окончание формиро- вания клубней и огрубления кожуры, с интервалом между обработками 3–5 дней	7(2)
Морковь (семен- ники)	2,5–3,0		начало полной спело- сти семян в зонтиках 2 порядка при влажности семян не выше 50 %	7(1)
Капуста (семен- ники)	2,0–3,0		в фазе полной воско- вой – начале биоло- гической спелости семян при влажности не более 50 %	
Свёкла сахарная, столовая, кормовая (семенники)	3,0–4,0		побурение 20–40 % клубочков	
Клевер красный ползучий (се- менники)	2,0–4,0		побурение 75–80 % головок	
Турнепс (семен- ники)			восковая – начало полной спелости при влажности семян не более 45–50 %	
Бобы кормовые (семенники)			при приобретении семенами в бобах нижнего яруса харак- терной для сорта окраски, семенной рубчик – черный	
Редис (семенни- ки)			восковая спелость семян при влажности не выше 55 %	
Сорго (семенники)			восковая спелость	

Вещество высокоопасное (2 класс), десикант общего действия, устойчивых к его действию культур нет; случаев возникновения резистентности для препарата не выявлено. Хранить препарат в предназначенном для хранения пестицидов помещении при температуре от –15 до +30°С.

1.2.3. Сеникация

Сеникация улучшает условия налива зерновок и, соответственно, посевные качества семян. Это влияние значительнее на семена с низкими посевными качествами, т. е. сениканты способствуют сдвигу фенотипического проявления признака в благоприятную сторону в пределах нормы реакции генотипа.

Е.П. Алешин, 1981

В онтогенезе у растений последовательно сменяются конкурентные отношения между органами: побег–корень, лист–цветок, лист–плод, за обладание метаболитами. На каждом этапе развития у растения существует свой физиологически активный центр или свой «центр запасов», к которому направляется наибольшее количество ассимилятов. На последних стадиях развития растения конкурентные отношения в системе лист–плод складываются в пользу последнего и пластические вещества транспортируются именно к ним, как наиболее физиологически активному центру на данном этапе онтогенеза.

Перед формированием урожая в метаболизме листьев происходит резкий сдвиг в сторону усиления гидролитических процессов, приводящих к распаду белков и крахмала на более простые соединения: аминокислоты и сахара, которые и передвигаются в генеративные органы – плоды и семена.

Целенаправленное регулирование оттока пластических веществ из листьев и стеблей в генеративные органы является узловым звеном управления продуктивностью растения. Как известно, пластические вещества аттрагируются в созревающие плоды и се-

мена далеко не полностью, значительная их часть остается в вегетативных органах до их отмирания. К тому же затяжная «молодость» вегетативных органов, зачастую имеющая место из-за неблагоприятных погодных условий, сопровождается непроизводительной тратой пластических веществ в ущерб урожаю. Поэтому и зародилась идея ускорения старения листьев с целью более интенсивного «выкачивания» из них пластических веществ. В результате научных поисков были разработаны способы дефолиации и десикации, оказавшиеся полезными в хлопководстве, а также для клешевины, подсолнечника, картофеля, сахарной свеклы и ряда других сельскохозяйственных культур. Для зерновых культур самой полезной оказалась *сеникация* – агроприем, обеспечивающий ускоренное завершение растениями своего жизненного цикла и увеличение их продуктивности.

Сеникация, как и десикация, направлена на ускорение онтогенеза растений, но имеет отличный механизм действия. В основе механизма десикации лежит преимущественно физический процесс обезвоживания тканей растения в результате необратимого повреждения десикантом коллоидов протоплазмы клеток. Сеникация является физиологическим процессом ускорения метаболизма растения, усиление оттока ассимилятов из вегетативных органов в генеративные – плоды и семена. Сеникация является по существу поздней некорневой подкормкой растений макро- и микроэлементами. Она обеспечивает ускорение созревания и лучший налив зерновок. Причем, ускорение созревания является лишь сопутствующим и весьма полезным фактором при совпадении созревания урожая с неблагоприятными погодными условиями, препятствующими завершению онтогенеза. В качестве сениканта используются физиологически активные вещества, вызывающие усиление обмена веществ растения и ускорение созревания. На первых этапах поиска сеникантов испытывались 20 %-ые водные растворы двойного суперфосфата и аммофоса с микродозами аминной соли 2,4–Д. Использование их в качестве сеникантов на посевах риса приводило к

усилению гидролитических процессов в растениях, повышению оттока пластических веществ в зерновки и сокращению периода вегетации посевов на 5–7 дней. Однако существенным недостатком этих сеникантов оказалась их плохая растворимость, а, следовательно, неравномерность физиологического действия на посевах. В этом плане более эффективным сеникантом оказались карбамид и аммонийная селитра в комплексе с регуляторами роста растений или с микроэлементами. Азот сениканта легко проникает в ткани растения и вызывает деструктивные процессы – гидролиз органических соединений, тем самым создает условия для ускоренного перемещения продуктов распада в зерновки и сам к тому же служит дополнительным источником.

В наших опытах сеникация посевов риса ускоряла созревание зерна на 4–6 дней, способствовала лучшему наливу зерновок – масса 1000 зерен возрастает на 3–7 %, снижению влажности зерна на 1,5–3,0 % и повышению урожайности на 5–7 ц/га (таблица 14). Этот агроприем проводили в фазе молочно-восковой спелости зерна. В качестве сениканта для риса использовали водный раствор мочевины (35 кг/га) с добавлением аминной соли 2,4-Д (22 мл/га) и борной кислоты (0,4 кг/га по д. в.). Норма расхода рабочей жидкости – 150 л/га.

Таблица 14 – Эффективность сеникации посевов риса

Показатели	Контроль	Обработка сеникантом
Вегетационный период, дни	116	110–112
Масса 1000 зерен, г	27,0	28,0–28,9
Влажность зерна, %	22,6	19,6–21,3
Урожайность зерна, ц/га	54,0	58,7–61,1

Наиболее эффективна сеникация пшеницы в начале восковой спелости зерна 5 % водным раствором аммиачной селитры с добавлением микродозы аминной соли 2,4-Д. При ее проведении урожайность возрастает на 3–5 ц/га и на 3–5 дней сокращается продолжительность вегетационного периода.

Сеникация может быть перспективной и при выращивании кукурузы на зерно. При ее проведении в фазе молочно-восковой спелости в листьях кукурузы усиливаются процессы гидролитического распада сложных соединений и их отток, характерные для естественного старения. В результате обработки листьев в зерне кукурузы усиливаются процессы синтеза углевода, белков, уменьшается содержание воды. Все это в конечном итоге приводит к увеличению урожая початков, ускорению созревания, повышению качества зерна. Лучшие результаты получаются при использовании в качестве сениканта смеси 0,1 % 2,4-Д и аммиачной селитры.

В качестве сеникантов используют и регуляторы роста растений из группы этиленпродуцентов – этефон, гидрел. Этиленпродуценты обладают «мягкостью» физиологического действия и в используемых для сеникации концентрациях не представляют опасности для окружающей среды и человека. Гидрел разрешен для применения с целью ускорения созревания томата и испытывался в качестве сениканта на посевах яровой пшеницы. Сеникацию проводили в конце фазы молочной спелости – начале восковой спелости в дозе 400 г/га. Как показали результаты эксперимента, мочевины и гидрел имеют равный сеницирующий эффект, ускоряя созревание зерновок по сравнению с контролем (опрыскивание водой) на 6–8 дней.

Все исследователи считают сеникацию высокоэффективным агроприемом, направленным на сокращение продолжительности воздействия на агроценоз экстремальных погодных условий при возделывании яровой пшеницы в зоне рискованного по климатическим условиям размещения посевов. Это особенно важно для зон достаточного и избыточного увлажнения, где повышенная относительная влажность воздуха и пониженные температуры приводят нередко к затягиванию и неравномерному созреванию, энзимомикозному истеканию, растягиванию периода уборки, отрицательно сказывающихся на физических, посевных и урожайных качествах семян. Сеникация эффективна на поздних посевах риса, а также при возделывании позднеспелых сортов. Однако отдельные вопро-

сы, касающиеся данного агроприема, остаются слабоизученными. В частности, у исследователей нет единого мнения о сроках проведения сеникации. Так, В.Ф. Яковлева считает лучшим сроком проведения этого агроприема фазу молочной спелости зерна риса. Е.П. Алешин, Г.Г. Фанян и И.Н. Ступак рекомендуют проводить сеникацию через 10–11 суток после фазы цветения. А.А. Кушу считает оптимальным сроком применения сеникации на посевах риса фазу молочно-восковой спелости зерна.

Как уже неоднократно подчеркивалось, из всех факторов среды, оказывающих влияние на рост и развитие растений, наиболее значимым является температура воздуха и почвы. Именно ее величиной определяется скорость поступления в растения элементов питания и воды, физиологических процессов (фотосинтез и дыхание), передвижение продуктов фотосинтеза в созревающие зерновки. Исследования агрометеорологов доказали зависимость продолжительности вегетационного периода и отдельных фаз вегетации от сумм эффективных температур. Для риса эффективной температурой является $+15^{\circ}\text{C}$. Суммы эффективных температур – хорошо идентифицируемый показатель. Ее легко рассчитать на основании среднесуточных температур, сведения о которых можно получить на ближайшей метеостанции или на одном из сайтов, например <http://rp5.ru>, <http://www.gismeteo.ru> и др.

Нами установлено, что показанием к проведению сеникации является понижение минимальных значений температуры воздуха до $+15\dots+16^{\circ}\text{C}$ на фоне высоких значений максимальных суточных температур. Сеникацию назначают на фазу конец молочной – начало восковой спелости зерна. Точных критериев наступления этой фазы нет. Принято считать, что зерновки в этой фазе спелости характеризуются влажностью от 60 до 20 %, причем единого мнения среди исследователей на этот счет нет. За период наших исследований дата проведения сеникации совпадала с накоплением температур выше $+15^{\circ}\text{C}$ величины $750\text{--}850^{\circ}\text{C}$. Определение влажности зерновок трудоемко вследствие необходимости отбора средне-

го образца с каждого чека. Назначать агроприем на дату накопления эффективных температур удобнее, но для этого необходимо сузить диапазон оптимальных ее значений, если это имеет существенное значение. Для установления оптимального срока проведения сеникации посевов, проведено сравнительное изучение эффективности агроприема при его проведении в диапазоне сумм эффективных температур от 600 до 800 °С с интервалом 50 °С.

Как уже отмечалось, завершающая стадия онтогенеза – созревание, – сложный биохимический процесс, связанный не только с поступлением ассимилятов в зерновку, но и с биосинтезом запасных веществ из низкомолекулярных соединений. При созревании происходит устойчивое снижение влажности на фоне увеличения массы сухого вещества и общего числа клеток, как зародыша, так и эндосперма. Основная масса воды на ранних этапах созревания теряется семенами метаболическим путем, а затем чисто физическим – за счет испарения. С биологической точки зрения созревшими принято считать семена, способные дать начало новому поколению. Техническая зрелость наступает несколько позднее. Условно, наступление полной спелости фиксируется при влажности метелок 25–30 %. Для понимания влияния сеникации на созревание растений проследили за изменением влажности и сухой массы вегетативных органов и зерновок риса. Сеникацию проводили 5 августа (609 °С), 12 августа (669 °С), 15 августа (701 °С), 19 августа (752 °С) и 23 августа (797 °С). В год проведения исследований термический режим в период созревания риса, по крайней мере, в большей его части, был благоприятен для налива зерновок.

Сеникант, попадая на листовые пластинки и метелки, воздействует на них в первую очередь. Как в варианте без сеникации, так и с ней в процессе созревания отмечается устойчивое снижение оводненности листьев. Влажность листьев у растений риса снижается медленнее, чем у других злаковых культур вследствие их произрастания в затопленной водой почве. Практически всегда при созревании зерновок растения имеют еще довольно обширную листовую поверхность.

Проведенный анализ динамики влажности листьев, стеблей и метелок показал, что сеникация вносит существенные коррективы в процесс созревания зерновок. Степень воздействия сениканта определяется его составом и сроком обработки растений. В первые 1–2 недели после сеникации отмечается увеличение влажности листьев и стеблей. Одной из причин такого отклика растений на сеникацию может быть повышение азотного статуса растений. Затем у обработанных растений быстрее, чем у контрольных, снижается влажность вегетативных органов растений.

Воздействие сеникантов на динамику влажности зерновок более значительно, чем на вегетативные органы. В зависимости от срока проведения обработок 25 % влажности зерновки достигают на 3–10 дней раньше, чем в контроле.

Оптимальным сроком для сеникации следует считать дату достижения суммы температур выше $+15^{\circ}\text{C}$ в количестве $700\text{--}750^{\circ}\text{C}$. Проведенная в этот период, она не вызывает преждевременного обезвоживания листьев и зерновок и не замедляет их налив. Наиболее сильно ее воздействие в первые две недели после обработки, затем оно ослабевает. В конечном итоге это выражается в увеличении на 3,5–10 % по сравнению с контролем массы метелок. Более ранняя сеникация приводит к преждевременному завершению налива зерновок и, следовательно, снижению продуктивности растений. Поздняя сеникация не оказывает существенного воздействия на налив зерновок. Увеличение урожайности зерна риса на 0,36–0,39 т/га и 0,30–0,34 т/га отмечено под воздействием сеникации, проведенной при достижении суммы температур выше $+15^{\circ}\text{C}$ 700 и 750°C соответственно. Наиболее эффективными сеникантами были водные растворы аммонийной селитры и карбамидо-аммонийная смесь (КАС) модифицированные марганцем.

Достоверных различий между сеникантами «аммонийная селитра + Mn» и «КАС+Mn» не обнаружено, хотя тенденция к формированию большего урожая под воздействием последнего наблюдалась во все сроки сеникации. При несвоевременной сеникации ущерб также

выше от сениканта на основе КАС. Это связано с его большим, чем аммонийной селитры, воздействием на снижение влажности листьев.

Таким образом, анализ динамики созревания зерновок риса после обработки растений сеникантами и урожайности показал, что сеникацию при необходимости следует проводить при наборе суммы температур выше $+15^{\circ}\text{C}$ в количестве $700\text{--}750^{\circ}\text{C}$. Использовать для этого целесообразно водные растворы аммонийной селитры из расчета 15 кг/га или карбамид-аммонийной смеси (КАС) в соотношении с водой $1:5$ (КАС: H_2O) модифицированных добавлением 400 г/га марганца с расходом рабочего раствора 300 л/га .

1.3. Ингибиторы нитрификации

Для снижения потерь азота и устранения опасности загрязнения нитратами растениеводческой продукции и окружающей среды разрабатываются новые формы азотных удобрений – медленнорастворимые, капсулированные с контролируемой скоростью высвобождения азота, модифицированные ингибиторами нитрификации. Последние препараты при внесении в почву вместе с аммонийными, аммиачными удобрениями и мочевиной тормозят нитрификацию в течение $1,5\text{--}2,0$ месяцев и сохраняют минеральный азот почвы и удобрений в аммонийной форме.

**П.М. Смирнов,
Э.А. Муравин, 1991**

Ингибиторы нитрификации – химические соединения, задерживающие или подавляющие процессы нитрификации и денитрификации в почве и за счет этого снижающие потери азота вследствие выщелачивания.

В.Г. Минеев, 2004

В повышении продуктивности сельскохозяйственных культур ведущая роль принадлежит минеральным удобрениям, из которых первостепенное значение имеют азотные. На их долю приходится,

как правило, более 80 % суммарной прибавки урожая, получаемой от применения промышленных туков. Тем не менее, возможности азотных удобрений реализуются культурными растениями еще далеко не полностью. Растения усваивают азот в полевых условиях примерно на 40 %, в отдельных случаях – на 50–70 %. Около 20–30 % внесенных азотных удобрений иммобилизуется в почве. Определенная доля азота включается в состав гумусовых веществ, устойчивых к гидролизу. Потери азота за счет улетучивания различных газообразных соединений составляют в среднем 15–25 % от внесенного. Газообразные потери происходят как вследствие биологической денитрификации, т.е. восстановления нитратов до молекулярного азота, так и в результате химических реакций. Эти процессы находятся в тесной связи с почвенными условиями, ее кислотностью, влажностью, температурой, степенью аэрации, скоростью потребления азота растениями и микроорганизмами. Имеются данные, что из-за денитрификации суточные потери азота достигают 0,5 мг/кг почвы. Потери от вымывания также зависят от свойств почвы, климата, водного режима, формы и дозы удобрения, вида культуры и т. д. Например, в Европе 2/3 потерь азота приходится на зимний период и 1/3 – на летний. В России в Нечерноземной зоне за сезон в среднем вымывается 10–15 кг/га нитратного азота, на супесчаных почвах – 20–25 кг/га, на суглинистых – до 10 кг/га. Потери азота из почвы оказывают негативное воздействие на биосферу – почву, грунтовые воды, атмосферу и растения, а через них – на животных и человека. Трансформация мочевины в почве представлена на рисунке 1.

По данным немецкого ученого-агрохимика Нильса Бергера, потери азота из внесенных удобрений только из-за вымывания нитратов могут достигать 60 %. От 20 до 60 % в зависимости от почвенных условий и климата улетучивается в виде аммиака, 2–4 % в форме N_2O , 20–40 % в виде NO . Последние два газа наиболее опасны: закись азота – это парниковый газ, который влияет на глобальное потепление, а оксид азота разрушает озоновый слой.

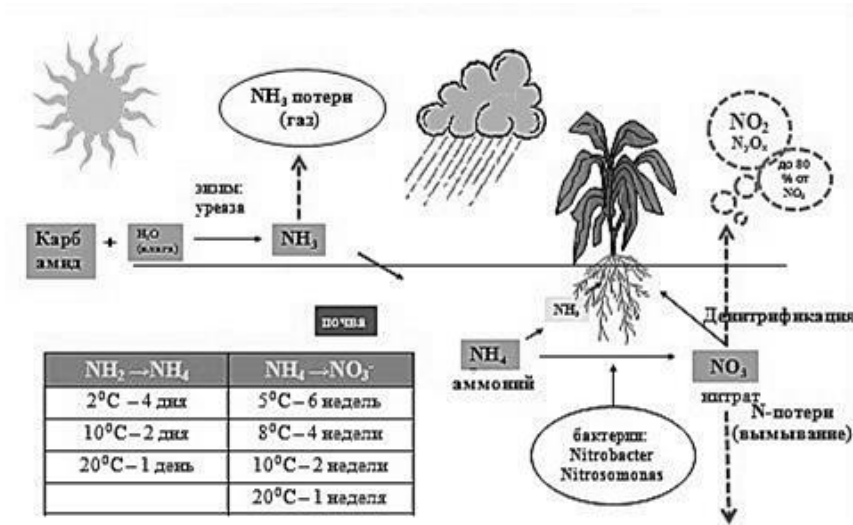


Рисунок 1 – Трансформация мочевины в почве
<https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/udobryajte-bez-poter.html>.

Учитывая столь большие потери азота, под сельскохозяйственные культуры вносят заведомо завышенные дозы удобрений, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на санитарном состоянии окружающей среды, загрязнении ее токсичными остатками. В связи с этим удовлетворение потребности сельскохозяйственных культур в азоте путем повышения эффективности вносимых удобрений, а не за счет увеличения их доз, является важнейшей задачей агрохимии, имеющей большое народнохозяйственное и природоохранное значение.

Одним из экологически безвредных путей повышения эффективности азотных удобрений и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур является применение *ингибиторов нитрификации*. Это химические препараты, которые при внесении в количестве 0,5–2,0 % от азота удобрений на 1–2 месяца подавляют жизнедеятельность нитрифицирующих микроорганизмов и тем самым способствуют сохранению азота в почве в аммонийной форме. Затормаживая процесс нитрификации, они снижают потери азота, как

в газообразной форме, так и от вымывания нитратов из корнеобитаемого слоя почвы, вследствие чего устраняют опасность загрязнения этими соединениями водных источников и уменьшают их содержание в растениеводческой продукции. *Ингибиторы нитрификации должны подавлять жизнедеятельность нитрифицирующих микроорганизмов, осуществляющих лишь первый этап нитрификации; не быть токсичными для растений, животных и человека; ингибировать нитрификацию в строго определенный период; обладать избирательностью действия на микрофлору почвы; легко передвигаться в почве с удобрениями, чтобы охватить зону действия внесенного азота и быть недорогим. Они должны обеспечивать уменьшение кратности дробного внесения азотных удобрений, снижение потерь азота, предотвращение накопления нитритов и нитратов в продуктах питания человека и животных.*

В настоящее время в мире известно около 300 химических соединений нитрифицидного действия. Наиболее широко распространены и изучены нитрапирин, дициандиамид, производные аминометилпиримидина, пиразолы, тиазолы и триазины. Нитрифицидным действием обладают также сероуглерод, тиосульфат аммония, азид калия, азид натрия, анилиды, производные мочевины и ацетилена, а также микроэлементы. Небольшие дозы этих соединений селективно подавляют нитрификацию, не угнетая другие микробиологические процессы в почве.

Нитрапирин. Активным ингредиентом этого ингибитора нитрификации является 2-хлор-6 (трихлорметил) пиридин. Эмпирическая формула $C_6H_3NCl_4$; молекулярная масса 230,9; температура плавления около 63 °С. Нитрапирин представляет собой белое кристаллическое вещество с резким запахом, обладающее высокой летучестью и коррозионной активностью. Этот препарат практически не растворим в воде, но хорошо растворяется в ацетоне, хлористом метиле, ксилоле, безводном аммиаке. Нитрапирин относится к числу малотоксичных соединений, кумулятивные свойства выражены слабо. Препарат обладает специфическим тератогенным

гонадо- и эмбриотоксическим действием. ЛД₅₀ нитрапирина для крыс составляет 3500–3850 мг/кг. Препарат нестоек и быстро разлагается на воздухе, поэтому требует незамедлительной заделки.

ДЦДА – дициандиаמיד (циангуанидин). Эмпирическая формула $C_2H_4N_4$; молекулярная масса 84,1; температура плавления 210 °С. Это белый, негигроскопичный, нелетучий кристаллический порошок, имеющий неограниченное время хранения. Препарат хорошо растворим в воде и безводном аммиаке. ДЦДА в своем составе содержит 66,7 % азота, который после минерализации до аммония служит источником питания для растений.

АМ – 2-амино-4-хлор-6-метилпиримидин. Эмпирическая формула $C_5H_6N_3Cl$; молекулярная масса 143,6; температура плавления 182 °С. АМ представляет собой слабо растворимый в воде порошок желто-коричневого цвета. В рекомендуемых дозах нетоксичен для теплокровных.

ЦП – 2-циамино-4-гидрокси-6-метилпиримидин. Эмпирическая формула $C_6H_6N_4O$; молекулярная масса 150; температура плавления 196 °С. ЦП представляет собой слабо растворимый в воде белый кристаллический порошок, без запаха. В рекомендуемых дозах совершенно нетоксичен для теплокровных.

АТС. Химическое название активного ингредиента этого ингибитора нитрификации 4-амино-1,2,4-триазол. Эмпирическая формула $C_2H_4N_4$; молекулярная масса 84,1; температура плавления около 150 °С. Обладает избирательной способностью к торможению нитрификации на первой стадии процесса. Производится в виде водного раствора или вводится в виде кристаллического гидрохлорида в состав азотных и комплексных удобрений. Нелетуч, без запаха. Хорошо растворим в воде, слабо – в низкомолекулярных спиртах и ацетоне, нерастворим в бензоле, ксилоле и эфире. ЛД₅₀ для мышей составляет 6000 мг/кг.

АТГ – отечественный аналог японского ингибитора нитрификации АТС. В Дзержинском филиале ГИАП разработана новая технология производства 4-амино-1,2,4-триазола, которая, в отли-

чие от известной технологии, позволяет получить продукт в кристаллическом виде. АТГ представляет собой белый кристаллический порошок с температурой плавления более 80 °С. Так как ингибитор этого типа не разлагается в расплаве карбамида, АТГ может быть введен в карбамид или его смеси с аммиачной селитрой на любой стадии их производства.

Этридиазол (терразол) – 5-этокси-3-трихлорметил-1,2,4-тиадиазол. Эмпирическая формула $C_5H_8ON_2$; молекулярная масса 106,2. Производится в виде смачивающегося порошка или жидкости с содержанием активного ингредиента соответственно 35 и 95 %. Терразол обладает высокой летучестью, поэтому требует немедленной заделки в почву после внесения. В рекомендуемых дозах нетоксичен для теплокровных.

КМП (ГММП – отечественный аналог) – 1-карбамоил-3(5)-метилпиразол. Эмпирическая формула $C_2H_7N_2O$; молекулярная масса 125,1; температура плавления около 130 °С. КМП представляет собой бесцветный или светло-серый мелкокристаллический порошок со слабым неспецифическим запахом. Хорошо растворим в ацетоне, этаноле, диэтиловом эфире, слабо – в воде и бензине. Этот препарат относится к группе умеренно опасных веществ. ЛД₅₀ для крыс составляет 5000 мг/кг. Многочисленными исследованиями, проведенными в нашей стране и за рубежом, установлена высокая эффективность применения ингибиторов нитрификации с азотными удобрениями в рисоводстве.

Из большого числа ингибиторов нитрификации наиболее полно изучен нитрапирин. Торможение с помощью этого препарата нитрификации азота аммонийных и амидных удобрений при возделывании риса и резкое снижение в связи с этим интенсивности денитрификации и вымывания нитратов подтверждено во многих странах. В нашей стране широкомасштабное изучение ингибиторов нитрификации, в том числе и нитрапирина как средства для снижения потерь азота удобрений и повышения их эффективности были начаты в 1964 г. под руководством П.М. Смирнова. За это время им

и его учениками и последователями испытано более 60 различных препаратов и установлена целесообразность их применения под картофель, рис, зерновые и овощные культуры.

Применение ингибиторов нитрификации наиболее целесообразно в условиях орошаемого земледелия, в частности в рисоводстве. По нашим данным, при их внесении под рис происходила консервация азота удобрений в аммонийной форме в течение 6–8 недель, т. е. до создания постоянного слоя воды на рисовом поле, улучшалось азотное питание растений с самого начала вегетации. При этом под влиянием ингибиторов нитрификации коэффициент использования азота удобрений рисом повысился на 1,5–5,8 %, а урожайность зерна увеличилась на 2,1–3,3 ц/га по сравнению с производственным контролем (таблица 15).

Таблица 15 – Эффективность применения ингибиторов нитрификации под рис

Удобрение	Коэффициент использования азота удобрений, %	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка, ц/га
P ₆₀ K ₃₀ – фон	—	54,6	—
Фон + N ₉₀	29,1	61,7	7,1
Фон + N ₆₀ + N ₃₀	32,6	69,4	14,8
Фон + N ₉₀ + АТГ	34,1	71,5	16,9
Фон + N ₉₀ + ДЦДА	35,2	72,2	17,6
Фон + N ₆₀ + АТГ	37,3	71,6	17,0
Фон + N ₆₀ + ДЦДА	38,4	72,7	18,1

На посевах риса наиболее эффективным ингибитором нитрификации является ДЦДА (дициандиаמיד). Этот препарат обеспечивает наиболее полное использование азота удобрений и большую прибавку урожайности зерна риса. Применение ингибиторов нитрификации позволяет не только сократить дозу азотного удобрения, но и исключить азотные подкормки, т. е. дает возможность вносить азотные удобрения за один прием перед посевом риса, не опасаясь значительных потерь этого элемента питания.

Технология применения ингибиторов нитрификации на посевах сельскохозяйственных культур определяется их состоянием – включены они в состав азотного удобрения или находятся в препаративной форме. Если ингибитор введен в состав азотного удобрения, изготовленного на химическом комбинате, то технология его использования соответствует общепринятой для данной культуры технологии применения удобрений. Только азотные удобрения, модифицированные ингибитором нитрификации, вносятся в один прием перед или одновременно с севом разбросным или локальным способом. При внесении вразброс дозу азота уменьшают на 25–30 %. При локальном внесении таких удобрений усиливается ингибирующее действие на нитрификацию и в большей степени повышается их эффективность, что позволяет снизить дозу на 40–50 %.

При использовании препаративных форм ингибиторов нитрификации азотные удобрения вносят до посева разбросным способом дозой, уменьшенной на 25–30 %. Затем с помощью опрыскивателей на поверхность почвы следом наносится водный раствор ингибитора нитрификации и заделываются на глубину 10–12 см тяжелыми дисковыми боронами в два следа. Концентрация препарата определяется видом опрыскивателя, т.е. дозу ингибитора растворяют в том количестве воды, которое обеспечит необходимый объем рабочей жидкости. Для поверхностного внесения рабочего раствора ингибитора нитрификации можно использовать опрыскиватели: ОВТ–1А, ОВТ–1В, ОП–450, ПОУ и другую имеющуюся в хозяйстве технику.

При использовании высоколетучих препаратов типа нитрапирина необходима немедленная заделка в почву. Нелетучие ингибиторы нитрификации, такие как АТГ и ДЦДА можно заделывать в почву в течение 1–2 сут. или наносить на гранулы удобрения в виде покрытия.

Дозы вносимых ингибиторов нитрификации определяются их ингибирующей способностью. Циангуанидин рекомендуется применять в количестве 10–15 %, нитрапирин и его аналоги – 2–3 % от дозы азота удобрения. При использовании в рекомендованных дозах депрессия микробиологических процессов может быть лишь в

отдельных зонах, куда попадают значительные количества препарата из-за их неравномерного распределения в почве. Продолжительность действия препаратов зависит от почвенно-климатических условий и влажности почвы. В большинстве случаев их ингибирующее действие продолжается 6–8 недель, а при осеннем внесении значительно дольше. Опытные данные показывают, что азотные удобрения можно вносить совместно с ингибиторами нитрификации осенью, не опасаясь значительных потерь азота. Внесение ингибитора нитрификации с азотным удобрением в подкормку по вегетирующим растениям без заделки в почву совершенно недопустимо.

В настоящее время в Российской Федерации проводится большая работа по совершенствованию технологии применения минеральных удобрений, повышению качества работ, снижению непроизводительных потерь азота. Один из путей решения данной проблемы связывают с использованием новых форм удобрений с ингибиторами ENTEC® и UTEC®.

ENTEС — это инновационный продукт для стабилизации азотных удобрений, который снижает интенсивность процесса нитрификации аммиака с образованием нитрата в почве. UTEC — аналогичный продукт, блокирующий почвенный фермент уреазу и предотвращающий улетучивание аммиака в ходе гидролиза мочевины. Оба ингибитора сокращают потери внесенного азота, увеличивая эффективность использования азотных удобрений. В итоге средства, вложенные в минеральное питание растений, полностью используются на формирование урожая. Как показали первые полевые опыты по исследованию эффективности нитроаммофоски с ENTEC, введение в удобрение ингибитора нитрификации значительно увеличивает отдачу от внесения, что можно приравнять к дополнительному применению азотных туков. Благодаря равномерному высвобождению азота и его постепенному использованию исключается избыточное поступление этого элемента в растения в период вегетации, повышается степень его усвоения и происходит

формирование высокого урожая. Удобрение с ингибитором ENTEC в зависимости от метода внесения подавляет процесс нитрификации от 20 до 65 дней, позволяя увеличить период усвоения аммонийного азота на 1,5–2 месяца и в 2–3 раза снизить потери азота в газообразной форме, а также из-за вымывания нитратов водой. По данным опытов, проведенных в различных регионах Российской Федерации на картофеле, удобрение N:P:K=14:14:23 ENTEC, например, способствовало получению прибавки урожая до 21,3 % с максимальным выходом товарной фракции клубней (>50 мм в диаметре). Высокоэффективным оказалось применение их на сахарной свекле, ячмене и озимой пшенице.

ENTEС содержит действующее вещество ДМПФ – 3,4 диметилпиразол фосфат. Это – ингибитор нитрификации, который наносится на поверхность гранул аммонийных удобрений для защиты аммиака от преобразования в нитрат.

Действие ингибитора заключается в блокировании энзима почвенных бактерий *Nitrosomonas* – монооксигеназы аммония. При блокировке этого энзима ингибируется первый этап процесса нитрификации – окисление аммонийного азота до нитритного азота. Негативного воздействия на жизнедеятельность бактерий *Nitrosomonas* при этом не происходит. В итоге аммоний из удобрения сохраняется в почве длительное время.

Замедление нитрификации дает ряд преимуществ, способствующих повышению эффективности удобрений. Во-первых, сокращаются потери от вымывания нитратов, которые особенно велики при выпадении большого количества осадков в период вегетации. В результате вымывания загрязняются водоемы, и причиняется вред здоровью человека. Во-вторых, снижаются выбросы и потери азота в виде парникового газа N_2O или разрушающего озон газа NO . Как показывают исследования отечественных и зарубежных исследователей, использование ингибиторов нитрификации сокращает выбросы N_2O , который в 298 раз сильнее влияет на глобальное потепление атмосферы, чем CO_2 . Внедрение техноло-

гии ENTEC позволяет сделать применение удобрений экологически безопасным с точки зрения влияния на глобальные климатические изменения. И, в-третьих, аммонийная подкормка культур оказывает положительное физиологическое действие на рост урожая.

Как известно, растения поглощают и усваивают азот из удобрений в двух формах: аммонийной и нитратной. Хорошо подвижная в почве нитратная форма усваивается легче – она перемещается с транспирационным током воды из почвы в растение. Поглощение аммонийного азота происходит лишь в непосредственной близости к корню. И при поглощении одной единицы аммонийного азота корень выделяет в почвенный раствор один протон (H^+), чтобы предотвратить закисление цитоплазмы клетки.

Использование ингибиторов нитрификации заставляет культуры поглощать аммонийный азот после того, как нитраты будут исчерпаны в почве. Аммонийный азот положительно влияет на биосинтез белка, поскольку аммоний — это один из основных компонентов аминокислот и белков. При поглощении только нитратного азота культуре приходится тратить около 20 моль АТФ (единиц биологической энергии) на один моль нитратного азота, чтобы в процессе биосинтеза в клетке он превратился сначала в аммонийный азот и только после этого — в аминокислоты. При поглощении аммонийного азота требуемое для биосинтеза количество энергии снижается до 5 моль АТФ. Эта разница позволяет культуре давать более высокий урожай. Кроме того, благодаря выделению протонов в ризосферу, при поглощении аммония повышается доступность для растений некоторых элементов питания, таких как фосфор и микроэлементы.

В конечном итоге применение аммиачных удобрений с ингибитором нитрификации способствует повышению объема товарного урожая, улучшению его качественных характеристик, таких как размер и вес плодов, а также увеличению устойчивости к заболеваниям.

УТЕС – ингибитор уреазы, активный ингредиент НБТФТ – (н-бутил)тиофосфорный триамид. Он наносится на поверхность гранул мочевины. Механизм действия ингибитора уреазы прост: после внесения удобрения в почву НБТФТ защищает мочевины от

атак уреазы во время ее гидролиза. Этот эффект длится до 15 дней, сокращая улетучивание аммиака, происходящее вследствие разложения мочевины. Трансформация мочевины с ингибитором уреазы UTEC в почве показана на рисунке 2.

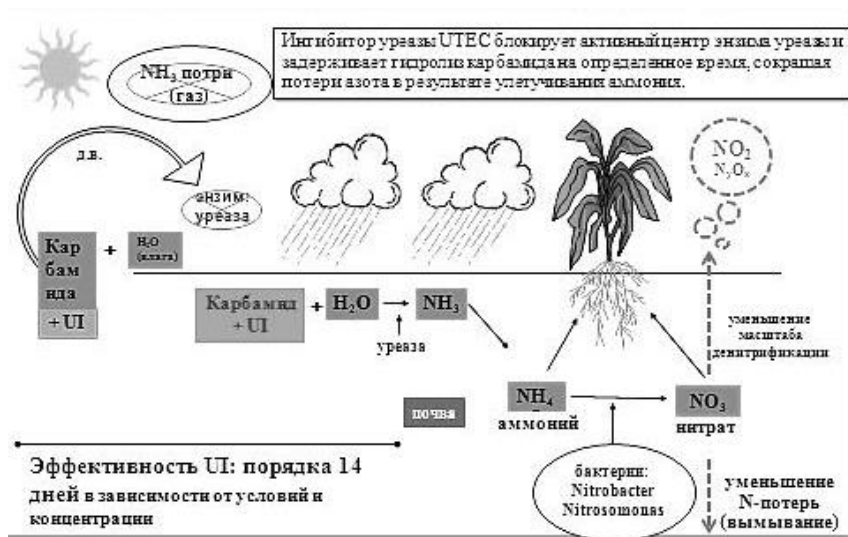


Рисунок 2 – Трансформация мочевины с ингибитором уреазы UTEC в почве (<https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/udobryajte-bez-poter.html>)

Снижение потерь азота в виде аммиака благодаря использованию ингибиторов уреазы UTEC может достигать 60 % по сравнению с потерями из обычной мочевины. Эффективность ингибиторов уреазы зависит от факторов окружающей среды: pH почвы выше 7 увеличивает общую эмиссию NH₃, а высокая температура ускоряет процесс гидролиза.

Применение мочевины, обработанной ингибитором, обеспечивает больше гибкости аграрию с точки зрения времени внесения удобрения. Предотвращение потерь азота в виде аммиака одинаково эффективно как в сухой период, так и во время кратковременных дождей. Благодаря действию ингибитора агроном имеет запас

времени от внесения до усвоения азота растением. Если же впоследствии проходит дождь (14 мм и более), удобрение адекватно смывается в почву и действует в качестве подкормки культуры. Таким образом, условия питания растений не ухудшаются даже в стрессовых погодных условиях, а вложения в подкормки полностью окупаются адекватными прибавками урожая.

Мочевину, обработанную ингибиторами уреазы, можно вносить на поверхность почвы без необходимости заделки. Риск потери азота из-за улетучивания при этом даже меньше, чем в случае заделки. При использовании обычной мочевины снизить потери аммиака настолько же эффективно можно только при условии заделки удобрения на глубину более 8 см.

Как показывает практика, применение карбамида с UTEC повышает его эффективность до 20 %. Для агронома это означает снижение норм внесения с сохранением урожайности или повышение урожайности в среднем на 4–6 % при тех же нормах внесения удобрений.

В Европе стабилизированные азотные удобрения применяются уже более 15 лет. Только в Испании, Италии, Франции, Греции и Германии их вносят около 400 тыс. т в год. Наибольшие объемы приходятся на подкормки зерновых и овощных культур, а также обработки древесных растений перед цветением. Европейские фермеры ценят удобрения с ингибиторами за то, что они увеличивают урожай и улучшают их качество, повышают эффективность использования азота и уменьшают затраты труда за счет снижения количества обработок. Кроме того, росту применения стабилизированных удобрений в Европе способствует законодательство некоторых стран, ограничивающее концентрацию нитратов в грунтовых водах. Например, в Германии, Испании и Португалии допускается не более 50 мг/л, а в Швейцарии – 25 мг/л ионов NO_3 . ENTEC помогает фермерам в этих странах выполнять требования законодательства. Он сохраняет аммонийную форму азота в почве в течение многих недель после применения удобрений, препятствуя их преобразованию в нитраты, которые подвергаются вымыванию

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Применение удобрений и других агрохимических средств в сельском хозяйстве должно быть экономически выгодно и энергетически целесообразно. Удельный вес удобрений в приросте урожая существенно колеблется. В черноземной зоне нашей страны он составляет 40–50 %, в нечерноземной зоне, где преобладают менее плодородные дерново-подзолистые и серые лесные почвы, – до 60–75 %. Для разработок более прогрессивных энергосберегающих приемов и технологий применения удобрений важна комплексная их оценка с учетом агрономической, экономической и энергетической эффективности.

2.1. Экономическая эффективность применения агрохимических средств

Агрономическая эффективность применения удобрений и других агрохимических средств оценивается величиной прибавки урожая, улучшением качества продукции и других хозяйственно-ценных показателей, при сохранении почвенного плодородия.

Анализ экономической эффективности применения удобрений позволяет не только оценить прибыль от их применения, но и наметить пути совершенствования отдельных агроприемов, связанных с их использованием. Анализ фактической окупаемости, оплаты затрат и экономической эффективности применения удобрений позволяет выявить резервы их повышения в конкретных условиях сельскохозяйственного производства.

Оценку экономической целесообразности внесения минеральных и органических удобрений, их доз и способов обычно производят научно-исследовательские учреждения, разрабатывающие эти приемы. Рекомендации, которые они выпускают, обязательно содержат сведения об ожидаемом экономическом эффекте. В этом случае расчеты ведутся на основании технологических карт с учетом

конкретных затрат в производственных опытах, где обязательно для выполнения принципа единственного различия имеется вариант без внесения удобрений. Все расчеты производятся сравнением урожайности и затрат на варианте без удобрений с различными вариантами их применения. По их разности оценивается чистый доход, окупаемость затрат на применение удобрений, прибыль и норма рентабельности. Прибавку урожая и затраты оценивают по текущим ценам, что позволяет выявить целесообразность вложений в полученную прибавку урожая. В ряде случаев стоимостную оценку проводят в сопоставимых ценах. В условиях производства определение экономической эффективности применения удобрений под отдельную культуру или в севообороте проводится на основе сравнения урожайности на удобренной площади и на контрольной (неудобренной) полосе участка. Если не оставляют контрольных полос, то используют данные опытных учреждений по прибавке урожая в аналогичных условиях. Стоимость продукции выражается в закупочных ценах или в ценах фактической реализации.

Эффективность использования удобрений в хозяйствах далеко не одинакова и колеблется в широких пределах.

По многочисленным данным российских и зарубежных исследований, рост количества применяемых удобрений и урожайность находятся в прямой зависимости, выражающейся коэффициентом корреляции 0,8. Однако с увеличением доз удобрений выше оптимальных коэффициент использования их растениями снижается, возрастают непроизводительные потери питательных веществ и опасность загрязнения окружающей среды. В настоящее время затраты, связанные с применением средств химизации, превышают 20 % всех затрат в растениеводстве. Необходимость широкомасштабной химизации выдвигает в качестве первоочередной задачи ежегодное определение экономической эффективности использования удобрений с целью выбора наиболее рациональных приемов.

Для расчета экономической эффективности применения минеральных удобрений необходима следующая исходная информация:

- дозы удобрений, вносимые под соответствующие культуры, кг/га д. в.;
- урожайность культур, ц/га;
- фактические (текущие) цены на сельскохозяйственную продукцию, руб.

Эти показатели берутся из статистической отчетности и годового отчета.

Фактическая экономическая эффективность использования удобрений в производственных условиях характеризуется системой показателей:

- величиной прибавки урожая (в натуральном и стоимостном выражении) в расчете на 1 га и на всю площадь, на 1 ц питательных веществ и 1 руб. затрат, связанных с применением удобрений;
- условно–чистым доходом, полученным в результате химизации сельскохозяйственного производства, в расчете на 1 га и всю земельную площадь, а также на 1 руб. затрат;
- рентабельностью применения удобрений;
- снижением себестоимости продукции.

Одним из основных показателей этой системы является величина прибавки урожая, от точности определения которой зависит вся эффективность применения удобрений.

Величину прибавки урожая и долю участия в нем удобрений можно найти методом многофакторного дисперсионного анализа на основе многолетних данных производственных опытов. Краснодарским филиалом ВНИПТИХИМ (Эйсерт Э.К., Хомутов Ю.В., Эйсерт Б.Э. и др., 1984) на основе данных производственных опытов, проведенных в Краснодарском крае, разработана шкала по определению доли участия минеральных удобрений в урожае 25 сельскохозяйственных культур в зависимости от возможных доз вносимых удобрений в условиях производства. Агроному или экономисту для этой цели необходимо иметь сведения о фактически внесенной норме удобрений ($\sum \text{НРК}$, кг/га д. в.) под культуру и фактически полученном урожае.

Порядок определения экономической эффективности применения минеральных удобрений.

1. Анализ экономической эффективности начинается с установления прибавки урожайности за счет применения удобрений. Для этого необходимо использовать результаты производственных опытов. Прибавка рассчитывается по разности урожаев с удобренной и неудобренной площади. Если опыт не проводился, за основу берется средняя прибавка, полученная в научных учреждениях. В этом случае точность расчетов несколько снижается.

2. Учитываются все затраты (З) на получение прибавки урожая от минеральных удобрений. Суммарные затраты складываются из: стоимости удобрений ($Z_{уд}$), расходов на разгрузку, хранение, подготовку, перевозку в поле и внесение минеральных удобрений ($Z_{вн}$); расходов на уборку, перевозку прибавки урожая от внесения удобрений с поля и ее доработку ($Z_{дб}$); расходы на реализацию прибавки урожая или закладку ее на хранение (Z_p); общепроизводственных, общехозяйственных и других расходов, относимых по бухгалтерскому учету на себестоимость сельскохозяйственной продукции (Z_n).

Если расчет ведется на перспективу, как прогностический вариант, то вместо фактических затрат используют нормативные, принятые в хозяйстве или фактически сложившиеся за ряд лет (таблица 16).

3. Определение чистого дохода (ЧД) от применения удобрений. Он определяется по формуле:

$$\text{ЧД} = (C + c) - Z,$$

где: C – стоимость основной продукции, полученной в результате применения удобрений, руб.;

c – стоимость побочной продукции, руб.;

Z – сумма затрат, связанных с применением удобрений для получения прибавки урожая, руб.

4. Рентабельность (Р) применения удобрений — отношение чистого дохода к затратам, определяется в расчете на 1 год или за весь период действия удобрений с учетом последствий:

$$P\% = \frac{\text{ЧД}}{Z} \cdot 100.$$

Рентабельность применения удобрений в севообороте за весь срок их действия можно рассчитать по формуле:

$$P = \frac{\sum \text{ЧД}}{\sum \text{З}} \cdot 100.$$

5. Окупаемость дополнительно применяемых затрат в стоимостном выражении определяется делением стоимости полученной прибавки на величину дополнительных затрат. Окупаемость удобрений в натуральном выражении определяется по формуле:

$$E = \frac{\Pi}{B},$$

где: E – количество дополнительной продукции в натуре на единицу питательного вещества удобрений, ц;
 Π – прибавка урожая в натуральном выражении, ц;
 B – количество внесенных питательных веществ под данную культуру, ц.

Таблица 16 – Нормативы затрат удобрений на единицу прибавки урожая и окупаемости удобрений

Культура	Затраты элементов питания, кг/т урожая				Окупаемость 1 т удобрений прибавкой урожая, т
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	все-го	
Зерновые	72	102	60	234	4,3
Хлопчатник	136	92	39	267	3,7
Сахарная свекла	11	12	11	34	29,2
Лен-долгунец	176	314	320	810	1,2
Подсолнечник	148	226	48	422	2,4
Картофель	13	13	12	38	26,6
Овощные	8	8	8	24	42,6
Силосные	10	9	8	27	37,2
Кормовые корнеплоды	8	8	8	24	42,9
Травы многолетние и однолетние (сено)	21	32	33	86	11,6
Луга и пастбища (сено)	31	23		77	13,0
Многолетние насаждения и ягодники	27	23		71	14,1

Этот показатель дает возможность правильно, экономически обоснованно выбрать способы и сроки внесения удобрений в различных зонах, в зависимости от типа почв, предшественника, уровня культуры земледелия, а также учесть эффективность системы удобрений в севообороте.

2.2. Энергетическая оценка применения агрохимических средств

Оценка экономической эффективности применения удобрений и других агрохимических средств, особенно на стадии разработки агроприемов, значительно затруднена. В основном это связано с нестабильностью цен на материальные и трудовые ресурсы. Однако новые удобрения и приемы использования требуют объективной оценки их преимуществ или недостатков. Такой объективной оценкой может быть определение энергетической эффективности возделывания культуры, применения технологического приема, нового вида удобрений и т.д. Для этого необходимо учесть все энергозатраты на возделывание культуры или использование технологического приема и энергосодержание урожая, выявить степень окупаемости энергозатрат энергосодержанием урожая. Энергетическая оценка при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного гигаджоуля, т. е. может быть дана их экономическая оценка. При этом необходимо помнить, что это не прямой аналог оценки экономической эффективности агроприема.

Интенсификация сельскохозяйственного производства, рост урожайности культур сопровождаются увеличением затрат невозобновляемой энергии, в т. ч. и за счет возрастающего применения удобрений. Поэтому во всем мире и в нашей стране, в частности, разрабатываются энергосберегающие технологии, при которых сельскохозяйственная продукция производится с меньшими затратами.

Расход энергии на производство сельскохозяйственной продукции складывается из энергозатрат на удобрения, пестициды,

горюче-смазочные материалы, амортизационные отчисления на трактора, сельскохозяйственные машины, автотранспорт; затрат на электроэнергию и затрат живого труда. Аналогичным образом учитываются затраты на отдельный агроприем. Каждый вид затрат специфичен для конкретных условий производства и изменяется в широком диапазоне. Объективность оценки зависит от точности их учета, что, однако, не всегда удается сделать, а поэтому приходится пользоваться усредненными показателями (таблица 17).

Таблица 17– Затраты энергии на производство энергоносителей

Статья затрат	Энергоносители	Энергоёмкость, МДж
Удобрения, 1 кг д.в.	азотные	86,8
	фосфорные	12,6
	калийные	10,0
	комплексные (нитроаммофоска и т.п.)	51,5
	известкование	8,5
	борные и молибденовые	180
	бактериальные (на 1 га)	15
	навоз (80 % влажности)	0,42
	торфо–навозные компосты (60 % влажности)	1,70
	известковые удобрения	3,80
Регуляторы роста	местные минеральные удобрения	2,90
	ретарданты	264
Горюче–смазочные материалы	дизельное топливо	42,7
	бензин	44,1
	дизельное масло	41,4
Электроэнергия*		3,8
Живой труд*, за 1 ч работы:		1,3
	легкой	
	средней	1,9
тяжелой		2,5
Сельхозтехника, оборудование, 1 т массы		5600

* – Энергосодержание.

Определение энергозатрат производится на основании технологической карты, являющейся основным документом для планирования технологических процессов и операций при возделывании сельскохозяйственных культур. Для определения энергетической эффективности отдельных агроприемов из технологической карты берут затраты на все виды работ, определяют расход дизельного топлива, бензина, смазочных материалов, электроэнергии, а также видовой состав и количество удобрений и пестицидов, затраты живого труда по категориям сложности, энергоемкость техники и энергоотчисления на гектар пашни и на единицу продукции. Расчет энергозатрат на известкование, а также внесение органических удобрений ведут с учетом их последствий.

Затраты на энергоносители увеличиваются в связи с необходимостью дополнительных работ до их целевого применения – складирования, расфасовки и т. п. Затраты на дробление слежавшихся удобрений, их погрузку, доставку и разгрузку, доставку в хозяйство горюче-смазочных материалов и других грузов не входят в энергозатраты на энергоносители, а учитываются в технологической карте как самостоятельные операции. Категорию сложности живого труда определяют по справочнику.

При внесении удобрений необходимо учитывать энергозатраты на трактора и сельскохозяйственные машины. Для определения энергоемкости техники необходимо знать массу каждой машины, энергозатраты на ее производство, нормы амортизационных отчислений, годовую норму выработки, норму амортизационных отчислений на 1 га эталонной пахоты (э. п.), затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание на 1 га э. п. (таблица 18). Эти сведения для каждой машины берутся из справочника. Для расчета энергозатрат на конкретный технологический прием необходимо рассчитать фактическую выработку машины в гектарах э. п., пользуясь технологической картой.

Затраты энергии на перевозку удобрений, прибавки урожая и другие транспортные расходы учитывают по затратам горючего, амортизационным отчислениям на транспортные средства и затратам живого труда или по усредненным энергозатратам на 1 тонно-километр, которые в среднем можно принять равными 40 МДж.

Таблица 18 – Энергоемкость техники и энергоотчисления

Марка машины	Масса, кг	Энергозатраты, МДж	Амортизационные отчисления		Годовая норма выработки, э.п. га	Амортизационные отчисления, МДж/га э.п.	Текущий ремонт и обслуживание, МДж/га э.п.
			%	МДж /год			
Т-150К	7535	42196	18,5	7806	1585	4,92	2,76
ДТ-75	5800	32450	18,5	6009	1375	4,37	1,90
МТЗ-80	3000	16800	17,5	2940	724	4,06	2,33
МТЗ-82	3200	17920	17,5	3119	756	4,12	2,36
ЛДГ-150	1600	8960	14,2	1272	325	0,39	0,23
ПЛН-5-35	1500	8400	12,5	1050	185	5,68	4,22
ЗККШ-6	1410	7896	14,2	1121	350	3,20	2,37
СЗ-3,6	1450	8120	14,2	1153	130	8,87	4,88
БЗТС-1	140	784	14,2	111	70	1,43	1,40
БЗСС	100	560	14,2	80	70	1,14	1,12
БДТ	1600	8400	12,5	1050	800	0,86	0,45
КПС-4	1600	8400	16,6	1394	520	2,68	2,22
РВК-3,6	2000	11200	14,2	1590	520	3,06	2,54
СК-6 «Колос»	9750	54600	16,0	8736	140	62,4	49,1
РМГ-4	800	4480	20,0	896	432	2,07	0,99
ОПШ-15	1000	5600	20,6	1120	1400	0,80	0,72

Рассчитав отдельные статьи энергозатрат, определяют общие затраты энергии на производство продукции.

Следующим этапом является определение содержания энергии в урожае основной и побочной продукции. Энергосодержание зависит от величины урожая и его химического состава – количества жиров, белков и углеводов.

Энергоемкость органических веществ составляет: углеводов 16,72 МДж/кг (4000 ккал), белков 22,99 (5500), жиров 37,62 МДж/кг (9000 ккал) (1 кал=4,18 Дж). Поскольку в зерне, семенах и вегетативной массе различных культур соотношение углеводов, белков и жиров различно, то и энергосодержание их существенно различается (таблица 19–21).

Таблица 19 – Содержание органических веществ и энергии в урожае полевых культур

Культура	Органические вещества, % сухой массы			Содержание энергии, ГДж/т			
	угле- воды	белки	жиры	угле- воды	бел- ки	жи- ры	всего
Зерно злаковых культур и гречихи							
Пшеница	84	14	2,0	14,1	3,2	0,8	18,1
Рожь	85	13	2,0	14,2	3,0	0,8	18,0
Ячмень	85,6	12	2,4	14,3	2,8	0,9	18,0
Овес	82	12	6,0	13,7	2,8	2,3	18,7
Кукуруза	84	11	5,0	14,0	2,5	2,0	18,5
Просо	83,5	12	4,5	14,0	2,8	1,7	18,5
Сорго	88	10	2,0	14,7	2,3	0,8	17,8
Рис	91	7	2,0	15,1	1,8	0,8	17,7
Гречиха	84	13	3,0	14,0	3,0	1,1	18,1
Семена зерновых бобовых культур							
Горох посевной	74	24	2,0	12,4	5,5	0,8	18,7
Горох полевой	77	21	2,0	12,9	4,8	0,8	18,5
Соя	42	40	18,0	7,0	9,2	6,8	23,0
Фасоль	67	30	3,0	11,2	6,9	1,1	19,2
Чечевица	65	30	5,0	10,9	6,9	1,2	19,0
Бобы кормовые	70	28	2,0	11,7	6,4	0,8	18,9
Нут	75	23	5,0	12,0	5,3	1,9	19,2
Чина посевная	70	28	2,0	11,7	6,4	0,8	18,9
Вика посевная	67	31	2,0	11,2	7,1	0,8	19,1
Люпин белый	52	38	10,0	8,7	8,7	3,8	21,2
Люпин желтый	51	42	7,0	8,5	9,7	2,6	20,8
Люпин узколистный	58	36	6,0	9,7	8,3	2,3	20,3
Побочная продукция, естественная влажность							
Солома мятликовых	82	1	—	13,7	0,2	—	13,9
Солома гречихи	81	2	—	13,5	0,5	—	14,0
Стебли зернобобовых	77	5	—	12,9	1,2	—	14,1
Листья корнеплодов	21	2	—	3,5	0,5	—	4,0
Полова, мякина	80	3	—	13,3	0,7	—	14,0
Корнеплоды и клубнеплоды, сырая масса							
Свекла сахарная	25	2	0,1	4,2	0,5	0,1	4,8
Свекла кормовая	23	1,5	0,1	3,9	0,4	0,1	4,4
Брюква	25	2	0,1	4,2	0,5	0,1	4,8
Турнепс	22	1,5	0,1	3,7	0,4	0,1	4,2
Морковь	23	2	0,2	3,9	0,5	0,2	4,6
Картофель	24	2	0,3	4,0	0,5	0,2	4,7
Топинамбур	25	2	0,3	4,2	0,5	0,2	4,9

Таблица 20– Содержание органических веществ и энергии в урожае кормовых культур

Культура	Органические вещества, % сухой массы			Содержание энергии, ГДж/т			
	угле- воды	белки	жиры	угле- воды	белки	жиры	всего
Многолетние бобовые травы в фазе начала цветения							
Клевер луговой	82,5	16	1,5	13,8	3,7	0,6	18,1
Клевер ползучий	78,5	20	1,5	13,1	4,6	0,6	18,3
Люцерна средняя	79,5	19	1,5	13,3	4,4	0,6	18,3
Козлятник восточный	80,5	18	1,5	13,5	4,1	0,6	18,2
Лядвенец рогатый	78,5	20	1,5	13,1	4,6	0,6	18,3
Донник белый	79,5	19	1,5	13,3	4,4	0,6	18,3
Эспарцет	80,5	18	1,5	13,5	4,1	0,6	18,2
Многолетние мятликовые травы в фазе цветения							
Тимофеевка луговая	92	7	1	15,4	1,6	0,4	17,4
Кострец безостый	89	10	1	14,9	2,3	0,4	17,6
Овсяница луговая	90	9	1	15,0	2,1	0,4	17,5
Ежа сборная	87	12	1	14,6	2,8	0,4	17,8
Житняк	90	8	2	15,0	1,8	0,4	17,2
Волоснец сибирский	84	14	2	14,0	3,2	0,8	18,0
Зеленая масса однолетних бобовых в фазе налива семян							
Вика посевная	77	21	2	12,9	4,8	0,8	18,5
Вика мохнатая	79	19	2	13,2	4,4	0,8	18,4
Чина посевная	75	23	2	12,5	5,3	0,8	18,6
Горох посевной	79	19	2	13,2	4,4	0,8	18,4
Горох полевой	79	19	2	13,2	4,4	0,8	18,4
Бобы кормовые	81	17	2	13,6	3,9	0,8	18,3
Соя	76	22	2	12,7	5,1	0,8	18,6
Люпин желтый	77	21	2	12,9	4,8	0,8	18,5
Люпин белый	77	21	2	12,9	4,8	0,8	18,5
Люпин узколистный	82	17	2	13,7	3,9	0,8	18,2
Зеленая масса мятликовых культур в фазе молочного состояния зерна и подсолнечника в фазе цветения							
Рожь	87	12	1	14,6	2,8	0,4	17,8
Овес	88	11	1	14,7	2,5	0,4	17,6
Кукуруза	90	9	1	15,1	2,1	0,4	17,6
Сорго	88	10	2	14,7	2,3	0,4	17,4
Подсолнечник	88	10	2	14,7	2,3	0,4	17,4
Зеленая масса смешанных посевов							
Вика + овес	81	17	2	13,6	3,9	0,8	18,3
Чина + овес	82	17	1	13,7	3,9	0,4	18,0
Горох + овес	83	15	2	13,9	3,5	0,8	18,2
Вика озимая + рожь	83	16	2	13,9	3,7	0,8	18,4
Соя + кукуруза	83	15	2	13,9	3,5	0,8	18,2

Таблица 21 – Содержание энергии (L) и коэффициент перевода продукции в сухое вещество, ед. (Ri)

Культура	Коэффициент перевода продукции в сухое вещество	Содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества	Содержание общей энергии в 1 кг урожая в натуре (Ri·L), МДж
Пшеница озимая (зерно)	0,86	19,13	16,45
Пшеница яровая мягкая (зерно)	0,86	19,31	16,61
Пшеница яровая твердая (зерно)	0,86	19,49	16,76
Рожь (зерно)	0,86	19,49	16,76
Ячмень (зерно)	0,86	19,13	16,45
Овес (зерно)	0,86	18,80	16,17
Просо (зерно)	0,86	19,70	16,94
Гречиха (зерно)	0,86	19,38	16,67
Рис (зерно)	0,86	18,59	15,99
Фасоль (зерно)	0,86	20,68	17,78
Горох (зерно)	0,86	20,57	17,69
Сорго (зерно)	0,86	18,34	15,77
Кукуруза (зерно)	0,86	17,60	15,14
Кукуруза (зеленая масса)	0,25	16,39	4,10
Хлопчатник (волокно)	0,76	19,81	15,06
Хлопчатник (семена)	0,86	21,00	18,06
Лен–долгунец (волокно)	0,89	20,24	18,01
Лен–долгунец (семена)	0,88	23,50	20,68
Сахарная свекла	0,14	18,26	2,56
Подсолнечник (семена)	0,92	19,38	17,83
Подсолнечник (зеленая масса)	0,25	16,80	4,20
Соя (зерно)	0,88	20,57	18,10
Картофель	0,20	18,29	3,66
Бахчевые	0,11	14,90	1,64
Овощные	0,10	14,36	1,44
Кормовые корнеплоды	0,25	16,39	4,10
Многолетние травы (сено)	0,20	18,91	3,78
Люцерна на сено	0,25	21,83	5,46
Однолетние травы на сено	0,20	16,39	3,28
Лугопастбищные травы (в пересчете на сено)	0,20	16,19	3,24
Зернофуражные культуры на зеленый корм (в пересчете на сено)	0,30	15,40	4,62
Табак (махорка)	0,45	20,20	9,09
Конопля (волокно)	0,90	19,60	17,64
Конопля (семена)	0,88	21,00	18,48

* Приводится при условной стандартной влажности на основании государственных стандартов на качество продукции (технические требования).

Величина урожая является итогом всех агротехнических мероприятий. В этом результирующем признаке отражается влияние всех внешних факторов на агроценоз. Это влияние распространяется не только на величину урожая, но и его химический состав, а, следовательно, и на содержание энергии в основной и побочной продукции. Зная урожай и энергоёмкость основной и побочной продукции, рассчитывается суммарное энергосодержание урожая.

Энергетическая оценка эффективности технологического приема. Зная энергетические затраты на выращивание культуры и содержание энергии в урожае основной и побочной продукции, проводят энергетическую оценку эффективности возделывания культуры или применяемого агроприема.

Основными критериями оценки энергетической эффективности являются:

- чистый энергетический доход, определяемый как разница между содержанием энергии в урожае и общими затратами на возделывание культуры;
- коэффициент энергетической эффективности – отношение чистого дохода к энергозатратам;
- биоэнергетический коэффициент (КПД) посева – отношение полученной с урожаем энергии к затраченной;
- энергетическая себестоимость продукции – затраты энергии на единицу урожая.

Количество энергии, накопленной в основной сельскохозяйственной продукции, полученной от применения минеральных удобрений, определяется по формуле:

$$V_{10} = U_{п} \cdot R_i \cdot L \cdot 100,$$

- где: V_{10} – содержание энергии в основной (хозяйственно-ценной) продукции, МДж;
 $U_{п}$ – урожайности основной продукции от применения удобрений, МДж;
 R_i – коэффициент перевода единицы сельскохозяйственной продукции в сухое вещество;
 L – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции, МДж;
100 – коэффициент перевода ц в кг.

В совокупных энергозатратах на осуществление технологического процесса минеральные удобрения в расчете на 1 кг д. в. оценивается следующим количеством энергии (МДж): азотные – 86,6 (a_N), фосфорные (a_P) – 12,6, калийные (a_K) – 8,3; навоз (80 % влажности) – 0,42 (таблица 22).

Таблица 22 – Энергетический КПД (энергоотдача) применения удобрений и энергозатраты на 1 ц прибавки урожая основной продукции

Культура, норма минеральных удобрений	Энергетический КПД применения удобрений, ед.			Энергозатраты на 1 ц прибавки урожая основной продукции, МДж
	основной продукции	наземной массы	биологический	
Озимая пшеница, $N_{78}P_{72}K_{56}$	1,54	3,34	4,47	1063
Озимая рожь, $N_{85}P_{75}K_{67}$	1,49	4,47	5,12	1128
Яровая пшеница, $N_{60}P_{65}K_{38}$	1,29	2,97	3,44	1292
Яровой ячмень, $N_{78}P_{72}K_{61}$	1,76	3,70	4,31	939
Овес, $N_{81}P_{79}K_{63}$	1,62	3,80	4,38	1002
Кукуруза на зерно, $N_{81}P_{81}K_{56}$	1,87	4,49	5,06	805
Картофель, $N_{109}P_{98}K_{109}$	2,20	3,96	4,40	166
Сахарная свекла, $N_{110}P_{123}K_{119}$	1,95	3,46	2,74	131
Лен–долгунец (волокно), $N_{45}P_{80}K_{86}$	1,27	1,53	2,09	2478
Хлопчатник (хлопок–сырец), $N_{229}P_{157}K_{79}$	0,86	3,71	4,08	1804
Подсолнечник на семена, $N_{42}P_{58}K_{32}$	1,32	8,33	9,14	1318

Наименьшая энергетическая ценность наблюдается у азотных удобрений, что связано с более высокими энергозатратами на их производство по сравнению с фосфорными и калийными удобрениями.

Энергетические затраты (A_0) на применение минеральных удобрений определяются по формуле:

$$A_0 = (H_N \cdot a_N) + (H_P \cdot a_P) + (H_K \cdot a_K),$$

где: H_N, H_P, H_K – соответственно фактическая норма внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений, кг/га д. в.;
 a_N, a_P, a_K – энергетические затраты в расчете на 1 кг д. в. азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Энергетическая эффективность (энергоотдача или биоэнергетический КПД) применения минеральных удобрений (η) определяется по формуле:

$$\eta = \frac{V_f}{A_0},$$

где: V_f — количество энергии, полученной в прибавке основной продукции от минеральных удобрений, МДж;
 A_0 — энергозатраты на применение удобрений, МДж.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте общую характеристику сеникации, дефолиации, десикации.
2. Чем отличается дефолиация от десикации и сеникации?
3. Перечислите известные вам дефолианты, десиканты и сениканты.
4. Чем руководствуются при принятии решения о проведении сеникации?
5. Какие вещества могут быть регуляторами роста?
6. Чем отличаются эндогенные регуляторы роста от экзогенных?
7. От чего зависит успех при применении экзогенных регуляторов роста?
8. Какие известны синтетические регуляторы роста? Для чего их используют?
9. Какие внешние условия влияют на продолжительность вегетационного периода растений?
10. Как можно ускорить созревание плодов?
11. Какие внешние условия влияют на созревание и качество плодов?
12. Какие минералы называются цеолитами?
13. Расскажите о природоохранной роли цеолитов.
14. Какие критерии положены в основу классификации цеолитов?
15. Как влияют микробиологические препараты на плодородие и продуктивность почвы?
16. Перечислите наиболее распространенные в сельском хозяйстве бактериальные препараты.
17. Чем отличаются стимуляторы роста от ретардантов?
18. Какие химические соединения относятся к ингибиторам нитрификации?
19. Какие химические соединения являются действующими веществами у ENTEC и UTEC?
20. Каков механизм действия ингибиторов нитрификации на трансформацию азота удобрений?
21. С какой целью проводят экономическую и энергетическую оценку эффективности применения агрохимических средств?
22. Какие показатели характеризуют экономическую эффективность?

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П. Поздняя некорневая подкормка риса азотом для ускорения созревания зерна и повышения урожая / Е.П. Алешин, Г.Г. Фанян // Химия в сельском хозяйстве. 1982. Т.20. №6. С. 21–23.
2. Алешин Е.П. Сеникация посевов / Е.П. Алешин, Г.Г. Фанян, И.Н. Ступак // Зерновое хозяйство. 1984. № 5 С. 35.
3. Анненкова Г.Н. Дефолиация и десикация сельскохозяйственных культур / Г.Н. Анненкова, Р.И. Смирнова. – Краснодар, 1968. С. 3- 60
4. Галачалова З.Н. Физиология созревания пшеницы в Западной Сибири / З.Н. Галачалова. – Новосибирск: Наука, 1978. – 200 с.
5. Гедройц К.К. Избранные научные труды / К.К. Гедройц. – М.: Наука, 1975. – 640 с.
6. Груздев Г.С. Химическая защита растений. : Учебник для студ. вузов с/х учеб. зав. по агроном. спец. / Г.С. Груздев, В.А. Зинченко, В.А. Калинин, Р.И. Словцов; Ред. Груздев Г.С. – 2-е изд, перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. –448 с.
7. Дефолиация и десикация сельскохозяйственных культур / Отв. ред. М.Н. Кунашев. – Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1970. – 126 с.
8. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367 с.
9. Кудяев М.И. Агрэкологическая эффективность применения цеолитов в рисоводстве / М.И. Кудяев, А.К. Шхапацев, А.Х. Шейджен, Н.В. Елисеева. – Майкоп: МГТИ, 2000. – 87 с.
10. Кушу А.А. Повышение продуктивности семеноводческих рисовых полей путем использования сеникации в условиях Адыгеи: автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Краснодар: ВНИИ риса, 1995. – 16 с.
11. Минеев В.Г. Агрехимия / В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 2004. –
12. Остин Р.Б. Созревание семян / Р.Б. Остин / Жизнеспособность семян. М.: Колос, 1978. С. 113–147.
13. Прокофьев А.А. Формирование семян как органов запаса / А.А. Прокофьев / XXVII Тимирязевские чтения. М.: Наука, 1968. – 52 с.
14. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т 1. / Д.Н. Прянишников. – М.: Колос, 1965. – 768 с.
15. Ракитин Ю. В. Химические регуляторы жизнедеятельности растений / Ю.В. Ракитин. – М.: Наука, 1983. – 125 с.
16. Сечняк Л.К. Влияние сеникации на качество семян озимой пшеницы / Л.К. Сечняк, Е.Д. Кузнецов, Л.Д. Прусакова, О.К. Слюсаренко, Н.А. Киндрук // Агрехимия. 1988. № 6. С. 110–115.

17. Стонов Л.Д. Дефолианты и десиканты / Л.Д. Стонов. – М.: Госхимиздат, 1961. – 100 с.
18. Уджуху А.Ч. Медленнодействующие азотные удобрения в рисоводстве / А.Ч. Уджуху, Н.Е. Алешин, А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, М.И. Кудаев. – Майкоп: МСХ Республики Адыгея, 1995. – 30 с.
19. Удобрения и регуляторы роста на посевах риса / Под ред. А.Х. Шеуджена. – Краснодар: ВНИИ риса, 2002. – 86 с.
20. Шеуджен А.Х. Агрохимические основы применения удобрений / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2013. – 572 с.
21. Шеуджен А.Х. Ингибиторы нитрификации в рисоводстве / А.Х. Шеуджен, Н.Е. Алешин, В.Н. Паращенко, Б.Е. Шеуджен. – Майкоп: МСХ РА, 1994. – 20 с.
22. Шеуджен А.Х. Ингибиторы нитрификации и эффективность азотных удобрений в рисоводстве / А.Х. Шеуджен, Н.Е. Алешин, К.С. Кохужев, В.Н. Паращенко, Л.Г. Молоков. – Майкоп: МСХ РА, 1995. – 54 с.
23. Шеуджен А.Х. Микроудобрения и регуляторы роста растений на посевах риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек, А.П. Науменко, А.К. Шапацев. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2010. – 292 с.
24. Шеуджен А.Х. Полегание риса / А.Х. Шеуджен, Н.В. Воробьев, Б.Е. Шеуджен, Н.Е. Алешин. – Майкоп: РИПО «Адыгея», 1997. – 168 с.
25. Шеуджен А.Х. Применение регуляторов роста в рисоводстве / А.Х. Шеуджен, Н.Е. Алешин, Л.Г. Курячий, В.И. Гончаренко. – Краснодар: ВНИИ риса, 1994. – 19 с.
26. Шеуджен А.Х. Применение ретардантов на посевах риса / А.Х. Шеуджен, Н.В. Воробьев, Б.Е. Шеуджен, Ю.Н. Ашинов, О.А. Досеева / Полегание посевов риса и способы его предотвращения. – Краснодар: ВНИИ риса, 1996. С. 63–83.
27. Шеуджен А.Х. Регуляторы роста на посевах новых сортов риса / А.Х. Шеуджен, Н.Е. Алешин, Л.Г. Курячий, В.И. Гончаренко. – Краснодар: ВНИИ риса, 1994. – 16 с.
28. Шеуджен А.Х. Регуляторы роста на посевах риса / А.Х. Шеуджен, В.И. Сняговский. – Краснодар: ВНИИ риса, 2002. – 87 с.
29. Шеуджен А.Х. Сеникация и ее проблемы в рисоводстве Адыгеи / А.Х. Шеуджен, Н.Е. Алешин, А.А. Кушу, Л.Г. Молоков. – Майкоп: МСХ Республики Адыгея, 1994. – 22 с.

30. Шеуджен А.Х. Способ сеникации посевов риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, И.А. Дорошев, Е.М. Харитонов, М.А. Ладатко, Т.Х. Гиш. Патент на изобретение № 2580162.
31. Эйсерт, Э.Х. Определение экономической эффективности применения удобрений в условиях сельскохозяйственного производства в Краснодарском крае / Э.Х. Эйсерт, Ю.В. Хомутов, В.Э. Эйсерт и др. – Краснодар, 1984. – 51 с.
32. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: КолосС, 2002. – 584 с.
33. Яковлев Е.Н. Цеолитсодержащие породы – почвоулучшатели сорбционного типа / Е.Н. Яковлев, Л.М. Нагорокава, О.А. Завойская и др. // Агрохимия. – 1990. – № 6. – С. 68–75.
34. Яковлева В.Ф. Сеникация и улучшение семенных качеств зерна риса / В.Ф. Яковлева / Тр. КубСХИ. 1976. Вып. 132 (160). С. 37–40.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ФИЗИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ.....	2
1.1. Цеолиты, бактериальные препараты и регуляторы роста растений	3
1.1.1. Цеолиты	3
1.1.2. Бактериальные препараты.....	11
1.1.3. Регуляторы роста растений.....	21
1.2. Дефолиация, десикация и сеникация	74
1.2.1. Дефолиация	74
1.2.2. Десикация	80
1.2.3. Сеникация.....	90
1.3. Ингибиторы нитрификации	97
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ.....	110
2.1. Экономическая эффективность применения агрохимических средств	110
2.2. Энергетическая оценка применения агрохимических средств	115
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	125
ЛИТЕРАТУРА	126

Учебное издание

**Асхад Хазретович Шеуджен
Александр Иванович Трубилин
Сергей Владимирович Кизинек
Татьяна Николаевна Бондарева**

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
РАСТЕНИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

Подписано в печать __. __. 2017 г. Бумага офсетная. Формат бумаги 60×90¹/₁₆.
Способ печати офсетный. Усл. печ. л. 7,5. Заказ №----- Тираж 1000.
Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «Полиграф–Юг».
г. Майкоп, ул. Пионерская, 268, т. 52-23-92