

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»

Факультет агрономии и экологии
Кафедра общей биологии и экологии

АГРОЛАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания
к практическим занятиям для обучающихся по направлению
подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Краснодар
КубГАУ
2019

Составитель: О. А. Мельник

Агроландшафтная экология : метод. указания к практическим занятиям / сост. О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 42 с.

Методические указания включают теоретические вопросы, а также индивидуальные задания к практическим занятиям согласно рабочей программе по дисциплине «Агроландшафтная экология».

Предназначены для студентов-бакалавров по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

Рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета агрономии и экологии Кубанского госагроуниверситета, протокол № 3 от 25.11.2019.

Председатель
методической комиссии

Т. Я. Бровкина

© Мельник О. А.,
составление, 2019
© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубилина», 2019

ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АГРОЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ

Агрolandшафт – антропогенный ландшафт с преобладанием в его биотической части сообществ живых организмов, искусственно сформированных человеком (агробиеоценозов) и заменивших естественные фито- и зооценозы на большей части территории; в узком понимании – ландшафт, на большей части которого естественная растительность заменена посевами и посадками сельскохозяйственных растений.

Агросфера – часть биосферы, вовлеченная в сельскохозяйственное использование.

Агрофитоценоз – разновидность агробиеоценозов: окультуренные (плановмерно эксплуатируемые луга и пастбища); полукультурные (непрерывно регулируемые искусственные насаждения); культурные (постоянно регулируемые многолетние насаждения, полевые и огородные культуры); интенсивно культурные (парниковые и оранжерейные культуры, гидропоника, аэропоника).

Агроэкология – раздел прикладной экологии, изучающий влияние факторов среды (биотических и абиотических) на продуктивность культурных растений, а также структуру и динамику сообществ организмов, обитающих на сельскохозяйственных полях, влияние агробиеоценозов на жизнедеятельность культивируемых растений.

Агроэкоcистема – социально-экологическая система, объединяющая участок территории (географический ландшафт), занятый хозяйством, производящим сельскохозяйственную продукцию.

Альгициды – химические средства борьбы с водорослями (на рисовых полях, в рыбоводных прудах).

Альтернативные системы земледелия – производство сельскохозяйственных продуктов, исключаящее применение пестицидов и минеральных удобрений.

Антропогенное воздействие на природу – воздействие, оказываемое хозяйственной деятельностью человека на природу и ее ресурсы.

Бактерициды – группа пестицидов, предназначенных для борьбы с возбудителями бактериальных заболеваний живых организмов; химические вещества, убивающие любые виды бактерий.

Биогенные элементы – химические элементы, входящие в состав организмов и необходимые им для жизни (их около 20), среди которых на долю кислорода приходится около 70 % от массы организма, углерода – 18 %, водорода – 10 %; в меньшем количестве содержатся азот, кальций, калий, фосфор, магний, сера, хлор, натрий; за присутствие в клетках всех организмов перечисленные элементы называются универсальными; в виде следов в организме содержатся почти все химические элементы; относительное содержание различных химических элементов может выступать в качестве одного из видовых признаков.

Биотехнология (от «био», греч., *techné* – искусство, мастерство и «логия») – использование живых организмов и биологических процессов в производстве; термин получил широкое распространение с середины 70-х гг. XX в., хотя такие отрасли биотехнологии, как хлебопечение, виноделие, пивоварение, сыроварение, основанные на применении микроорганизмов, известны с давних времен; характеризуется использованием биологических методов для борьбы с загрязнением окружающей среды (биологическая очистка сточных вод и т. п.), для защиты растений от вредителей и болезней, производства ценных биологически активных веществ (антибиотиков, ферментов, гормональных препаратов и др.) для народного хозяйства.

Вермиккультура – культура разведения дождевого червя, результатом которой является биомасса червя, используемая как корм для птицы и биогумус (ценное удобрение).

Десиканты – химические вещества, применяемые для подсушивания растений на корню (десикации); большинство десикантов ядовиты для человека и животных, способны стать источником химического загрязнения среды, в связи с чем их использование требует особой осторожности (некоторые гербициды, серная и мышьяковая кислоты).

Зеленое удобрение – заправка в почву зеленых растений (преимущественно бобовых) в целях обогащения почвы питательными веществами, улучшения ее структуры и заселения полей микрофлорой и микрофауной; используется в фитомелиорации малопродуктивных угодий, отвалов и иных нарушенных земель.

Зооциды – химические вещества, убивающие животные организмы; используются в борьбе с животными, способными приносить существенный хозяйственный и экологический вред; использование требует особой осторожности ввиду токсичности зооцидов и для полезных животных; наиболее целесообразны для борьбы с грызунами.

Инсектициды (лат. *Insectum* – насекомое, *caedo* – убиваю) – химические средства для уничтожения насекомых – вредителей растений, продуктов и т. д.

Компост – удобрение, получаемое в результате микробного разложения органических веществ, в том числе и коммунальных отходов.

Мелиорация – комплекс мер по улучшению водного и климатического режимов агроэкосистем; различают гидромелиорацию (осушение, орошение), агролесомелиорацию (создание лесополос, закрепление оврагов, борьба с эрозией, оползнями и т. д.).

Микробоценоз – сообщество микроорганизмов, рассматриваемое в биогеоценологии как особый средообразующий компонент (редуценты).

Персистентность загрязняющего почву вещества – продолжительность сохранения активности загрязняющего почву

вещества, характеризующая степень его устойчивости к процессам разложения и трансформации.

Пестицид – химическое соединение, используемое для защиты растений, сельскохозяйственных продуктов, древесины, изделий из шерсти, хлопка и кожи, для уничтожения эктопаразитов животных и для борьбы с переносчиками опасных заболеваний; вещества, используемые также для регуляции роста и развития растений (ауксины, гиббереллины, ретарданты), удаления листьев (дефолианты), уничтожения растений на корню (десиканты), удаления цветков и завязей (дефлоранты), отпугивания животных (репелленты), их привлечения (аттрактанты) и стерилизации (хемотрелизаторы); названия пестицидов, используемых для уничтожения отдельных систематизированных групп животных и растений, составлены из латинского названия этих групп с окончанием –цид (акарицид, альгицид, афицид, инсектицид, ихтиоцид и т. д.); использование пестицидов неизбежно отрицательно влияет на экосистемы любого иерархического уровня и на здоровье человека.

Плодородие (почвы) – способность почвы удовлетворять потребности растений в минеральных веществах и влаге и на этой основе обеспечивать урожай пищевых и технических культур.

Почвоутомление – снижение урожая (вплоть до 0) в результате исчерпания в почве необходимых растениям веществ или отравления почвы продуктами их жизнедеятельности (результат нарушения агротехники; обычно возникает при длительном возделывании монокультуры).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – норматив, количество вредного вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства; устанавливается в законодательном порядке и рекомендуется компетентными учреждениями (комиссиями и

т. п.); в последнее время при определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнителей на здоровье человека, но и воздействие этих загрязнителей на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом; любое превышение канцерогенами природных фонов опасно для живых организмов хотя бы генетически в цепи поколений.

Рациональное использование почв – экономически, экологически и социально обоснованное использование почв в народном хозяйстве.

Севооборот – чередование в определенной последовательности сельскохозяйственных культур, высеваемых на данной площади, с целью сдерживания развития насекомых-вредителей и болезней, повышения плодородия почвы и снижения эрозии.

Сегетальные растения (от лат. Segetalis – растущий среди хлебов) – сорные растения, приспособившиеся к произрастанию в посевах сельскохозяйственных растений, жизненный цикл которых (так называемые специальные сорняки) приспособлен к определенным культурам и связан с их жизненным циклом (например, рыжик льновы́й (*Camelina linicola*) и плевел льновы́й (*Lolium linicolum*) встречаются только в посевах льна).

Сидераты – культурные растения, биомасса которых запахивается в почву в качестве зеленого удобрения.

Тяжелые металлы – ртуть, свинец, цинк и другие металлы с большой атомной массой, антропогенное рассеивание которых в природной среде является опасной формой ее химического загрязнения и способно приводить к угрозе отравления или отравлению живого.

Удобрение – вещество, увеличивающее при внесении в почву или водоем их биологическую продуктивность; различают минеральные, органические (солома, навоз, сапрпель) и «зеленые удобрения» – сидераты; интенсивное применение минеральных удобрений и использование промышленных от-

ходов для известкования и гипсования почв приводит к их опасному загрязнению токсическими веществами (нитратами, хлоридами, фтором и др.), а также к подкислению почв.

Цветение воды – массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение окраски воды; слабое – биомасса водорослей в пределах 0,5–0,9 мг/л, умеренное – 1–9,9 мг/л, интенсивное – 10–99,9 мг/л, гиперцветение – больше 100 мг/л; результатом цветения вод является ухудшение кислородного режима водоема (вплоть до замора); одна из причин цветения – поступление в водоемы минеральных, особенно фосфорсодержащих удобрений, синтетических моющих веществ и органических загрязнителей; некоторые водоросли при своем разложении отравляют воду токсинами.

Эвтрофирование вод – повышение уровня биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под воздействием антропогенных или естественных факторов; ухудшает физико-химические условия среды обитания рыб и других гидробионтов за счет массового развития микроскопических водорослей (цветение воды) и других микроорганизмов, разложения отмерших организмов и токсичности продуктов их распада.

Экология сельскохозяйственная (агроландшафтная) – аутоэкология и синэкология культурных растений и домашних животных; экология всех культивируемых организмов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Занятие 1 Схема оценки почв сельскохозяйственного использования по степени загрязнения химическими веществами

С учетом принятых ПДК загрязняющих веществ разработана схема оценки почв сельскохозяйственного назначения, которая предусматривает четыре категории оценки почв. Наименьшее антропогенное воздействие (допустимое загрязнение) относится к I категории, наибольшее – к IV категории. В зависимости от категории оценки почв следует правильно использовать и осуществлять необходимые мероприятия для их оздоровления.

Таблица 1– Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования по степени загрязнения химическими веществами

Категория почв по степени загрязнения	Характеристика загрязненности почв	Возможное использование	Необходимые мероприятия
I – допустимое загрязнение	Содержание химических веществ в почвах превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почв. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т. п.)
II – умеренно опасное загрязнение	Содержание химических веществ в почвах превышает ПДК при лимитирующем общесанитарном,	Использование под любые культуры при условии контроля за качеством сельскохозяйственных растений	Мероприятия, аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или миграционным воздушным показателями

Продолжение таблицы 1

Категория почв по степени загрязнения	Характеристика загрязненности почв	Возможное использование	Необходимые мероприятия
	миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже ПДК по транслокационному показателю		проводят контроль содержания этих веществ в зоне вдыхания сельскохозяйственных рабочих, в поверхностных и подземных водах
III – высокоопасное загрязнение	Содержание химических веществ в почвах превышает ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры без получения из них продуктов питания и кормов, в которых возможно содержание химических веществ выше ПДК. Использование под сельскохозяйственные культуры ограничено с учетом исключения растений – концентраторов химических веществ	Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль содержания токсикантов в растениях, используемых в качестве продуктов питания и кормов. Ограничение использования зеленой массы на корм скоту с учетом исключения растений – концентраторов химических веществ
IV – чрезвычайно опасное загрязнение	Содержание химических веществ в почвах превышает ПДК по всем показателям	Исключение из сельскохозяйственного использования	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почвах. Контроль содержания токсикантов в зоне дыхания сельскохозяйственных рабочих, в поверхностных и подземных водах

Согласно ГОСТа 17.4.1.02–83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения, установлена классификация химических веществ антропогенного происхождения по степени опасности для контроля загрязнения и прогноза состояния почв.

По степени опасности химические вещества подразделяют на три класса:

- 1-й – вещества высоко опасные,
- 2-й – вещества умеренно опасные,
- 3-й – вещества мало опасные.

Класс опасности химических веществ устанавливают не менее чем по трем показателям в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Показатели класса опасности химических веществ

Показатель	Нормы для классов опасности		
	1-го	2-го	3-го
Токсичность, ЛД ₅₀	До 200	От 200 до 1000	Свыше 1000
Персистентность в почве, мес	Св. 12	От 6 до 12	Менее 6
ПДК в почве, мг/кг	Менее 0,2	От 0,2 до 0,5	Св. 0,5
Миграция	Мигрирует	Слабо мигрирует	Не мигрирует
Персистентность в растениях, мес	3 и более	От 1 до 3	Менее 1
Влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции	Сильное	Умеренное	Нет

При определении приоритетности химических веществ, попадающих в почву любым антропогенным путем, для контроля загрязнения почв следует учитывать класс опасности веществ.

Отнесение химических веществ (пестицидов) к классам опасности приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Отнесение пестицидов к классам опасности

Наименование пестицида	Токсичность ЛД ₅₀ , мг/кг	Персистентность, мес	ПДК или ОДК, мг/кг почвы
1-й класс			
Атразин	От 1400 до 3300 включ.	От 18 до 20 включ.	0,5
Гексахлорбутадиен	От 51 до 165 включ.	до 24 включ.	0,5
Гранозан	От 30 до 50 включ.	–	0,1
ГХЦГ	От 25 до 200 включ.		
Гептахлор	От 82 до 500 включ.	до 36 включ.	0,05
ДНОК	От 40 до 85 включ.	От 1 до 2 включ.	–
ДДТ	От 200 до 500 включ.	до 144 включ.	0,1
Карбатион	От 146 до 450 включ.	–	–
Метафос	От 15 до 35 включ.	до 3 включ.	0,1
ПХК	От 45 до 90 включ.	От 6 до 24 включ.	0,5
ПХП	От 350 до 525 включ.	От 6 до 24 включ.	0,5
Севин	От 153 до 850 включ.	до 12 включ.	0,05
Тордон	От 1500 до 3750 включ.	до 24 включ.	0,05
Тиодан	От 32 до 100 включ.	–	0,1*
ТМТД	до 400 включ.	–	–
2-й класс			
Агелон (артазин + прометрин)	–	От 6 до 12 включ.	–
2,4-Д	От 490 до 1500 включ.	От 1 до 1,5 включ.	–
Далапон	до 4700 включ.	От 6 до 12 включ.	0,5
Карбофос	От 400 до 1400 включ.	до 3 включ.	2,0
Купрозан	до 400 включ.	От 1 до 6 включ.	–
Кельтан	От 430 до 900 включ.	От 5 до 12 включ.	1,0
Нитрафен	От 450 до 700 включ.	–	–
Пропанид	От 360 до 2500 включ.	От 6 до 12 включ.	1,5
Симазин	От 1300 до 4000 включ.	до 12 включ.	0,2
Трефлан	От 3500 до 5000 включ.	От 6 до 12 включ.	0,1
Хлорофос	От 225 до 1200 включ.	до 3 включ.	0,5
Ялан	От 350 до 720 включ.	От 2 до 6 включ.	0,9*
Рогор	От 139,5 до 220,5 включ.	–	0,3

Продолжение таблицы 3

Наименование пестицида	Токсичность ЛД ₅₀ , мг/кг	Персистентность, мес	ПДК или ОДК, мг/кг почвы
3-й класс			
Банвел Д	От 1200 до 3000 включ.	От 2 до 4 включ.	0,25
Дактал	до 3000 включ.	От 4 до 6 включ.	0,1*
Дилор	От 2000 до 9000 включ.	–	–
Мильбекс	От 1200 до 2000 включ.	–	–
Полидим	От 800 до 4000 включ.	до 6 включ.	–
Поликарбацин	–	От 1 до 6 включ.	–
Прометрин	От 1800 до 3500 включ.	От 3 до 4 включ.	0,5
Трихлорацетат натрия	От 3500 до 6000 включ.	От 2 до 6 включ.	0,2
Тедион	От 500 до 1000 включ.	до 2 включ.	–
Цинеб	до 5200 включ.	до 1 включ.	1,8
Эрадикан	до 4450 включ.	От 1,5 до 3 включ.	–

Знаком * отмечены ОДК

Химические вещества, попадающие в почву из выбросов, сбросов и отходов относятся к классам опасности по следующей схеме:

- 1-й класс опасности – мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен;
- 2-й класс опасности – бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром;
- 3-й класс опасности – барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон.

Вопросы и задания

1. Назовите категории почв по степени загрязнения их химическими веществами.

2. Охарактеризуйте почвы сельскохозяйственного назначения, принадлежащие к категории допустимого загрязнения.

3. Охарактеризуйте почвы сельскохозяйственного назначения, принадлежащие к категории умеренно опасного загрязнения.

4. Охарактеризуйте почвы сельскохозяйственного назначения, принадлежащие к категории высоко опасного загрязнения.

5. Назовите основные отличия почв сельскохозяйственного назначения, принадлежащих к категории чрезвычайно опасного загрязнения, от почв первых трех категорий.

6. Назовите показатели, по которым устанавливается класс опасности химических веществ антропогенного происхождения для контроля загрязнения и прогноза состояния почв.

7. Приведите примеры химических веществ (пестицидов) и охарактеризуйте их по основным показателям опасности.

8. Назовите химические вещества, попадающие в почву из выбросов, сбросов и отходов по классам их опасности.

9. Подготовьте доклады на темы:
- Агрolandшафты и загрязнение почв.
 - Динамика агрохимических и физико-химических свойств почв в агроландшафтах.
 - Загрязнение почв тяжелыми металлами. Причины и последствия.

Занятие 2 Биogeоценотическая деятельность микробного комплекса

Характеристика микробного комплекса. Микроорганизмы – наиболее изученная группа почвенного бионаселения, что связано с выдающимися работами академика Е. Н. Мишустина и его учеников.

Микроскопическое население почвы чрезвычайно велико и разнообразно. Основные группы почвенного микронаселения: бактерии, грибы, актиномицеты, многочисленные водоросли. Эти организмы характеризуются исключительно малыми размерами (размер 0,5–1,0 мкм в поперечнике). Для них характерны:

- короткая продолжительность жизни (от нескольких часов до нескольких дней),
- необычайно высокая ферментативная активность,
- высокая чувствительность к малейшим изменениям окружающей среды,
- способность к продуцированию токсинов (микотоксинов), например, у грибов при определенных условиях.

По отношению к кислороду выделяют аэробные (потребляющие кислород) и анаэробные (живущие в отсутствие кислорода) организмы, по способу питания – автотрофные (сами создают органическое вещество) и гетеротрофные (питаются готовым органическим веществом). Численность микроорганизмов сильно колеблется в зависимости от почвенно-экологических факторов.

Роль микроорганизмов в круговороте веществ. Микроорганизмы играют основную роль в круговороте веществ в биогеоценозах, минерализуя органические остатки и замыкая таким образом биологические циклы экосистем.

Так значительные объемы органического вещества минерализуются в результате деятельности почвенных организмов, превращаясь из недоступных органических соединений в усвояемые растениями минеральные формы. Основными деструкторами при этом выступают микроорганизмы. На долю микроорганизмов приходится 85 % выделяющегося при разложении диоксида углерода, на долю почвенных животных – 15 %. При этом в аэробных условиях грибы дают две трети, а бактерии – треть CO_2 . Далее из минеральных соединений

вновь синтезируется органическое вещество. Так в общем виде протекает малый (биологический) круговорот.

Трансформация органических веществ и обмен газообразных продуктов микробного метаболизма сопровождаются взаимодействием почвенных микроорганизмов с первичными и вторичными минералами почвы.

Минеральная часть почвы разрушается под воздействием различных неорганических и органических кислот, щелочей, ферментов и других соединений – продуктов жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Так, нитрифицирующие микроорганизмы выделяют сильную азотную кислоту в процессе нитрификации. При благоприятных условиях в процессе нитрификации: за год в почве может образоваться до 300 кг нитратов на 1 га.

Параллельно с разложением органических остатков микроорганизмы участвуют в процессе гумификации. Так органическое вещество, подвергаясь в почве биологическому разложению и окислению – гумификации, преобразуется обычно в единую, довольно стабильную химическую субстанцию почвенного субстрата – гумусовые вещества.

Гумус накапливается в результате длительного и разнообразного взаимодействия и взаимовлияния населяющих почву организмов и высших растений. Почвенное плодородие, основу которого составляют гумусовые вещества, зависит от структуры и активности почвенной микробиоты.

Почвенные микроорганизмы обладают уникальной способностью фиксировать газообразный, атмосферный азот и переводить его в усвояемые для растений соединения. Азот, фиксируемый почвенными микроорганизмами, называется биологическим, а микроорганизмы, связывающие молекулярный азот, – азотфиксаторами, или diaзотрофами.

Способность почвенных микроорганизмов усваивать атмосферный азот используют при разработке биопрепаратов на основе активных штаммов микроорганизмов. Уникальные

функции микроорганизмов по фиксации атмосферного азота приобретают особое значение в связи с усилением антропогенного воздействия на агросистемы и возможностью использования биологических механизмов питания растений. Это позволяет в будущем перейти от современного «химического» земледелия к конструированию агробиоценозов на биологической основе.

Микробная биомасса содержит различные вещества, необходимые высшим растениям. Особенно богата она азотом. Содержание его в клетках микроорганизмов достигает 12 %; на долю P_2O приходится 3 %, K_2O – 2,2 %.

Разнообразен и биохимический состав микробной биомассы. В состав ее сухого вещества входят: 53 % белка, 16 – сахара, 18 – нуклеиновых кислот, 10 – жиров, 3 % ферментов, витаминов, ростовых веществ, антибиотиков и других соединений, необходимых растениям.

В результате значительной численности микроорганизмов, высокой скорости их генерации и короткой продолжительности жизни в биологический круговорот вовлекается большое количество микробной биомассы, что обуславливает почвенное плодородие и снабжение растений необходимыми элементами и другими жизненно важными веществами, причем эти вещества поступают в сбалансированном виде и в необходимые для растения сроки.

Экотоксикологические функции микроорганизмов. Микроорганизмы – индикаторы физиологического состояния растений в системе почва-растение. Способность почвенных микроорганизмов чутко реагировать на малейшие изменения окружающей среды и высокая ферментативная активность позволяют использовать их для индикации состояния экосистем и оценки деградации токсичных соединений в них. Эта особенность почвенных микроорганизмов делает их незаменимыми в современных экологических исследованиях, особенно для ранней диагностики изменений, происходящих в

экосистемах под воздействием токсичных веществ и их микробной трансформации.

Из множества почвенно-экологических факторов – физических, химических, агрохимических и биологических – последние являются наиболее чувствительными и способными наиболее адекватно характеризовать физиологическое состояние растений в системе почва-растение.

Микроорганизмы – показатели антропогенного загрязнения систем. Микроорганизмы, обладая исключительной чувствительностью и большим видовым разнообразием, могут служить хорошими индикаторами состояния экосистем. Так, в условиях повышенного загрязнения биогеоценозов токсичными тяжелыми металлами, переуплотнения почвы изменяется комплекс микробиологических показателей. Например, на участках, подверженных повышенному антропогенному воздействию (по уровню загрязнения свинцом двукратные различия, по степени плотности различия несколько выше), отмечается 7–10-кратное снижение численности аэробных гетеротрофных микроорганизмов.

Вопросы и задания

1. Дайте понятие микроорганизмам, их составу и особенностям физиологии.

2. Объясните роль микроорганизмов в круговороте веществ.

3. Дайте понятие экотоксикологической функции микроорганизмов.

4. Подготовьте доклады на темы:
– Е. Н. Мишустин, его биография и основные научные труды.
– Устойчивость агроландшафтов. Реакция микробного сообщества на антропогенное воздействие.

Занятие 3 Сельскохозяйственные источники биогенной нагрузки на водные объекты

Многие исследователи признают, что интенсивно развивающееся сельское хозяйство – это наиболее активный источник поступления биогенных элементов, влияние которого связано с увеличением распаханности территорий, трансформации угодий мощной техникой и гидромелиорацией, развитием процессов химизации на основе как минеральных, так и органических удобрений. Эти факторы вызывают изменение величины и направленности потоков биогенных элементов в агроландшафте.

Основными источниками биогенной нагрузки в пределах аграрных территорий являются сельскохозяйственные угодья (пашни, сенокосы, пастбища), объекты животноводства (помещения для содержания скота, отстойники сточных вод, навозохранилища и жижесборники), склады минеральных удобрений, сельские населенные пункты и территории садово-огородных товариществ, а также естественный растительный покров (леса, луга, болота) и атмосферные осадки. Эти источники подразделяются на рассеянные (площадные) и точечные (сконцентрированные в пределах ограниченного пространства).

Растениеводство – один из значимых и сложных элементов агроэкосистем и оказывает неординарное воздействие на формирование биогенной нагрузки. Распашка территории, изменяя условия формирования водного стока, способствует активному выносу биогенных веществ в природную среду и водотоки.

Дополнительный транспорт биогенов может быть связан и с агротехническими приемами. Так, осенняя подготовка почвы под яровые и пропашные культуры вместо весенней способствует уменьшению поверхностного склонового стока и в итоге приводит к сокращению выноса биогенных веществ.

При длительном применении больших доз удобрений вынос биогенных веществ с поверхностным стоком возрастает вследствие их накопления в пахотном слое почвы.

Эрозия почв, стимулируя вынос биогенных веществ с водосбора, активно влияет на биогенное загрязнение вод, в первую очередь фосфором. Промывной тип водного режима, при котором количество выпадающих осадков превышает количество испаряемой из почвы влаги, является важным фактором вымывания элементов из почвы. Чем больше воды просачивается через корнеобитаемый слой почвы, тем выше потери растениями элементов питания и тем большее их количество попадает в подземные воды.

Наибольшее количество инфильтрационных вод образуется в ранневесенний период, когда насыщенность почвы влагой превышает полную полевую влагоемкость. Аналогичная ситуация складывается в осенне-зимний период, когда почва свободна от растительности.

Четкая связь между устойчивостью агросистем и состоянием водных ресурсов выявляется и при рассмотрении инфильтрационных процессов: количество просачивающейся воды меняется в зависимости от гранулометрического состава почвы, что обусловлено различиями во влагоемкости и вододерживающей способности. Чем выше плодородие почвы и содержание в ней гумуса, тем больше ее гигроскопичность, а, следовательно, и такие показатели, как влагоемкость и вододерживающая способность. В то же время обеспеченность растений биогенами и влагой в наиболее критические фазы развития способствует максимальному усвоению питательных веществ и снижению их вымывания, а значит, состояние растений играет достаточно важную роль в развитии процессов смыва и вымывания.

В условиях использования интенсивных технологий в растениеводстве для снижения вымывания биогенов проводят следующие мероприятия:

- оптимальное внесение удобрений в периоды активного потребления биогенов растениями,
- применение слаборастворимых, медленнодействующих видов минеральных удобрений,
- использование таких форм удобрений, которые не содержат несорбируемых почвой ионов,
- применение ингибиторов нитрификации,
- соблюдение нормативов по дозам и способам внесения удобрений, особенно жидких органических.

Наряду с растениеводством немаловажным источником биогенного загрязнения вод является животноводство. Степень его воздействия на водные объекты в каждом конкретном регионе определяется общим поголовьем скота, особенностями расположения животноводческих ферм и комплексов на водосборах, а также принятой в хозяйствах технологией содержания животных.

Кроме того, на всех стадиях производства растениеводческой и животноводческой продукции происходят потери биогенных веществ, обусловленные различными нарушениями используемых технологий (технологические потери), что существенно увеличивает вынос биогенов в водотоки. Основные факторы, способствующие увеличению потерь биогенов, следующие:

- 1) отсутствие или недостаточная емкость специальных навозохранилищ и жижесборников при фермах и комплексах, что приводит к необходимости частого вывоза навоза на поля;
- 2) размещение ферм и комплексов в непосредственной близости от уреза воды, что приводит к прямому выносу биогенных веществ в водотоки;
- 3) вывоз навоза на поля в зимний период (по снегу), что в условиях снеготаяния способствует интенсивному смыву биогенных веществ талыми водами;
- 4) несвоевременная перепашка вывезенных на поля удобрений, что вызывает миграцию биогенных веществ по водо-

сбору и их смыв поверхностным стоком в ближайшие водотоки;

5) несовершенная технология компостирования и хранения навоза, что вызывает миграцию биогенных веществ по рельефу местности;

6) доставка удобрений на поля на необорудованной для этой цели технике, что приводит к их потерям по дороге от хранилищ к угодьям;

7) отсутствие подготовленных складов для минеральных удобрений, что вызывает их потери во время хранения.

Вопросы и задания

1. Назовите основные источники биогенной нагрузки на водные объекты в пределах аграрных территорий. Из них выделите площадные источники и точечные.

2. На примере одного из хозяйств на территории Краснодарского края представьте в виде схемы основные источники загрязнения водных объектов, выделяя отдельно площадные и точечные.

3. Какие мероприятия проводят для снижения вымывания биогенов в условиях использования интенсивных технологий в растениеводстве?

4. Назовите основные факторы, способствующие увеличению потерь биогенов и смыву их в водные объекты.

5. Подготовьте доклады на темы:

- Поступление тяжелых металлов и их влияние на водные объекты агроландшафтов.
- Влияние удобрений на водные объекты.
- Загрязнение вод пестицидами.

Занятие 4 Экологические аспекты применения химических средств защиты растений

Общепринятое название химических средств защиты растений – «пестициды» (лат. *pestis* – зараза и *caedo* – убиваю). По разным оценкам, в последние годы в мире насчитывается более 1000 химических соединений, на основе которых выпускают десятки тысяч препаративных форм пестицидов.

Обычно пестициды классифицируют *по их целевому назначению*. Наиболее часто применяют следующие из них: гербициды – для борьбы с сорными растениями; инсектициды – с вредными насекомыми; фунгициды – с грибными болезнями растений и различными грибами; зооциды – с вредными позвоночными; родентициды – с грызунами; бактерициды – с бактериями и бактериальными болезнями растений; альгициды – для уничтожения водорослей и сорной растительности в водоемах; дефолианты – для удаления листьев и ботвы; десиканты – для подсушивания листьев перед уборкой; ретарданты – для торможения роста растений и повышения устойчивости стеблей к полеганию и др.

Пестициды можно классифицировать также *по составу и химическим свойствам*. Наиболее распространенные: хлорорганические пестициды – галоидопроизводные полициклических и ароматических углеводородов, углеводородов алифатического ряда; фосфорорганические пестициды – сложные эфиры фосфорных кислот; карбаматы – производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот; азотсодержащие пестициды – производные мочевины, гуанидина, фенола.

Пестициды подразделяют также *по стойкости в окружающей среде или по способности к бионакоплению*. Эти свойства обусловлены химической структурой и физико-химическими особенностями препаратов. Наиболее стойкими и одновременно обладающими четко выраженными кумулятивными свойствами являются хлорорганические пестициды,

для которых наиболее характерно концентрирование в последующих звеньях пищевых цепей.

По устойчивости к разложению в почве пестициды делят на очень стойкие (время разложения на нетоксичные компоненты составляет свыше 2 лет); стойкие (от полугода до 2 лет); умеренно стойкие (до 6 мес); малостойкие (1 мес).

Большинство пестицидов относится к синтетическим химическим соединениям – ксенобиотикам, т. е. веществам, чуждым биосфере (гр. *xenos* – чужой). При возрастающих объемах применения пестицидов их остатки или продукты метаболизма могут накапливаться в объектах окружающей природной среды, мигрировать по пищевым цепям и вызывать нежелательные последствия, негативно влияя на качество питьевой воды, и т. д. Накапливаясь в почвах, растениях, животных, пестициды могут вызвать глубокие и необратимые нарушения нормальных циклов биологического круговорота веществ и снижение продуктивности почвенных экосистем.

Подавляющее число пестицидов – кумулятивные яды, токсичное действие которых зависит не только от концентрации, но и от длительности воздействия. Токсичность пестицидов обычно сравнивают сопоставлением минимальных доз, вызывающих смертность 50 % подопытной группы организмов; эти дозы обозначают символом ЛД₅₀.

По токсичности для человека и теплокровных животных пестициды делятся на:

- сильнодействующие – ЛД₅₀ до 50 мг/кг живой массы (бромистый метил и др.);
- высокотоксичные – ЛД₅₀ до 200 мг/кг (базудин);
- среднетоксичные – ЛД₅₀ до 1000 мг/кг (медный купорос и др.);
- малотоксичные – ЛД₅₀ более 1000 мг/кг (бордоская жидкость, витавакс, диален, неорон, сера и др.).

Наряду с приведенной классификацией пестицидов по токсичности существует их комплексная гигиеническая классификация, разработанная НИИ гигиены и токсикологии пе-

стицидов, которая основана на учете всех реальных проявлений опасности пестицида (степень летучести, кумуляция, стойкость во внешней среде, возможность проявления отдаленных последствий для биоты и человека и т. д.). *По степени комплексного воздействия на организм* пестициды подразделяют на четыре класса: I – чрезвычайно опасные; II – высокоопасные; III – умеренно опасные; IV – малоопасные.

Применение пестицидов всегда отрицательно влияет прежде всего на обитателей почв, жизнедеятельность которых лежит в основе поддержания почвенного плодородия. В частности, пестициды (особенно медьсодержащие) угнетают процесс нитрификации. Известны случаи, когда в результате чрезмерной химической нагрузки на почву доминирующее положение в ней занимали фитопатогенные микроорганизмы.

При использовании гербицидов на фоне отсутствия или слабого развития травяного покрова многократно увеличивается вероятность развития процессов эрозии почвы.

Вода – основной компонент биосферы и незаменимый фактор существования биоты – является основным транспортным средством для пестицидов. Почвенные и грунтовые воды, внутренние водоемы и водотоки, а затем и Мировой океан при наличии определенных условий становятся конечными пунктами сосредоточения токсикантов. Загрязнение поверхностных вод пестицидами происходит из-за прямого поступления в результате аварий, а также при нарушении правил транспортировки и хранения препаратов, при сносе аэрозолей или паров пестицидов в процессе их применения, в процессе стока поверхностных или дренажных вод с угодий, обработанных пестицидами.

Мировая практика применения пестицидов свидетельствует о том, что они несут в себе потенциальную опасность. Нетоксичных для человека пестицидов нет. При определенных условиях, связанных в первую очередь с теми или иными нарушениями регламентов, а также правил хранения и применения препаратов, существует вероятность аллергенных, го-

надотоксичных, канцерогенных, кожно-резорбтивных, мутагенных или бластомогенных, тератогенных, эмбриотоксичных и эмбриотропных воздействий на людей, отравлений их сильнейшими ядовитыми веществами.

Фактический процесс воздействия используемых препаратов подчиняется схеме: пестициды – вся экосистема.

Любой пестицид, будучи внедренным в экосистему, неизбежно вызывает в ней глубокие изменения. Действие пестицидов никогда не бывает однозначным.

Объективная реальность требует, чтобы при решении задач химизации, требующих использования пестицидов, поддерживался точный баланс между положительными и потенциальными отрицательными эффектами. Необходимо управление тремя ключевыми связями: взаимоотношениями между пестицидами и их целевыми объектами, взаимоотношениями между пестицидами и окружающей средой в естественной или искусственной экосистеме и взаимоотношениями в цепи пестицид – пища – человек.

Пути решений задач химизации в первую очередь должны определяться повышенными экологическими требованиями к пестицидам. По мнению видного отечественного специалиста в области химических методов защиты растений члена-корреспондента РАНН Н. Мельникова, новые пестициды должны соответствовать следующим требованиям:

- умеренная персистентность в объектах окружающей среды в данной климатической зоне;
- возможно низкая токсичность для человека, животных и других полезных организмов, в том числе гидробионтов;
- относительно быстрое разложение в почве, воде, атмосфере и в организмах теплокровных животных с образованием продуктов, безопасных для человека, животных и культурных растений;
- отсутствие кумуляции этих препаратов в организме человека, животных, птиц и гидробионтов;

– отсутствие отдаленных отрицательных последствий для человека, животных и других живых организмов при систематическом длительном использовании препаратов;

– возможность чередования препаратов из различных классов соединений во избежание привыкания к ним вредных организмов, а также накопления препаратов в объектах окружающей среды.

При рассмотрении способов защиты растений речь должна идти о комплексной системе защитных мероприятий, включающей агротехнические, биологические, карантинные, механические, селекционные, семеноводческие, физиологические и химические способы, разрабатываемые на основе познания объективных закономерностей развития культурных растений, их вредителей, болезней и полезных организмов с учетом влияния окружающей среды.

Основное направление биологического способа – использование полезных насекомых и клещей (энтомофагов) в борьбе с вредными. Наиболее известные и широко используемые хищники – божьи коровки, златоглазки, жужелицы, мухи-журчалки, муравьи. Из числа паразитов для биологической защиты часто применяют перепончатокрылых насекомых (трихограммы, бракониды, ихневмониды, теленомусы, энкарзии и др.) и мух (тахины и др.). Биологические средства начали использовать и для защиты растений от болезней. Так, на основе изучения гиперпаразита мучнистой росы огурца создан биопрепарат, позволяющий исключить применение в защищенном грунте химических средств для борьбы с наиболее опасной болезнью огурца.

Важную роль в защите растений играют способы обработки почвы, сроки и способы посева, уход за растениями, проведение своевременной уборки, соблюдение севооборота и правильное чередование культур в нем. Выведение сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к наиболее опасным вредителям и болезням, соблюдение правил семеноводства, предусматривающих меры не только по сохранению

первоначальных качеств сорта, но и по оздоровлению семенного материала, – весьма важные и перспективные составляющие системы защитных мероприятий.

Для снижения поступления пестицидов в пищевые цепи важно регулировать химический состав почвы: дефицит азота, серы или бора активизирует процессы накопления токсикантов в растениях соответственно на 27,18 и 23 %.

Для предотвращения последствий пестицидного загрязнения следует уменьшать нормы расхода препаратов и кратность обработок, ускорять расход пестицидов, добавлять в товарные формы адсорбенты, снижающие миграцию пестицидов и степень их подвижности.

Комплексный подход к защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней, сорных растений послужил основой для создания интегрированной системы защиты растений, или интегрированной борьбы с вредными видами. Эта система включает механизмы биологического контроля (естественные враги вредителей), культуру сельскохозяйственного производства, генетические преобразования (создание устойчивых к вредителям сельскохозяйственных культур) и разумное использование химикатов, способствующих стабилизации урожаев при минимизации угрозы здоровью населения и окружающей среде.

Вопросы и задания

1. Дайте понятие пестицидам. Назовите пестициды по их целевому назначению.
2. Назовите пестициды по химическому составу и по стойкости их в окружающей среде.
3. Перечислите группы пестицидов по токсичности для человека и теплокровных животных. Дайте понятие ЛД₅₀.

4. Какое влияние оказывают пестициды на компоненты окружающей среды (почву, воду, животных, растения, микроорганизмы)?

5. Назовите основные требования к современным пестицидам.

6. В чем заключается биологический способ защиты растений?

7. Приведите примеры хозяйств (на территории Краснодарского края), где используют биологические средства защиты растений. В чем их преимущество?

Занятие 5 Способ предупреждения поступления навозных стоков с территории животноводческих комплексов на балочные донья

Разработан способ предупреждения поступления на балочные донья навозных стоков с территории животноводческих ферм и комплексов (рисунок 1), расположенных выше склона. Сущность его заключается в следующем: ниже фермы 1 поперек склона 2 сооружают первую траншею 3, почвогрунт из которой укладывают в виде основания 4 на нижележащий участок склона 2. Навозные стоки, попадая в траншею 3, впитываются в почвогрунт, оставляя в ней твердую фазу навоза 5. После заполнения твердой фракцией навоза первой траншеи 3 ее засыпают почвогрунтом 6, извлеченным из второй траншеи 7, нарезанной на вышележащем участке склона параллельно первой траншее 3, ниже которой из почвогрунта 6 насыпают вал 8, а на месте первой траншеи 3 высаживают древесные растения в виде лесной полосы 9.

При этом вторая траншея будет изолировать лесную полосу от поступления навозных стоков с территории фермы, а навоз в первой траншее будет компостирован и утилизирован при росте и развитии древесных растений.

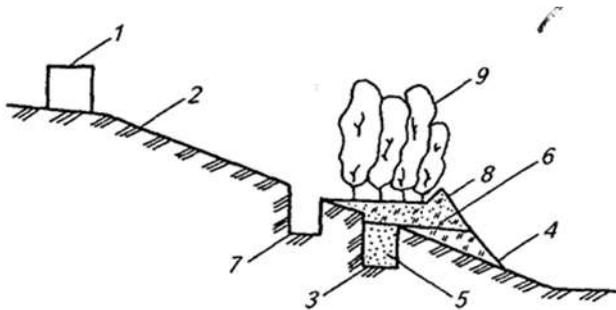


Рисунок 1 Способ предупреждения поступления навозных стоков с территории животноводческих ферм и комплексов на балочные донья

С течением времени, после переполнения твердой фракцией навоза второй траншеи, вновь осуществляют полный цикл работ по сооружению новой траншеи на вышележащем участке склона. Нарезку параллельных траншей, а также создание валов и лесных полос можно последовательно проводить на вышележащих участках склона вплоть до территории фермы.

Такое освоение склонов проводят наряду с работами по эксплуатации систем удаления, переработке, обезвреживанию, транспортированию и использованию навоза, получаемого на животноводческих фермах и комплексах.

Вопросы и задания

1. Что лежит в основе способа предупреждения поступления навозных стоков с территории животноводческих ферм и комплексов на балочные донья?

2. Подготовьте доклад на тему «Методы переработки и использования отходов животноводства (на примере одного их отходов: навоза КРС, свиного навоза, куриного помета и др.)».

Занятие 6 Использование элементов экологических агроприемов на примере возделывания картофеля

Рассмотрим общеметодические подходы к экологическому земледелию на примере возделывания картофеля. Первоочередным и первостепенным, бесспорно, является улучшение плодородия почвы, например, с помощью сидератов, способствующих саморегуляции почвенного плодородия агроландшафта. Одна из привлекательных сидеральных культур – белая горчица. Срок вегетации у нее составляет 45–60 дней. Она имеет мощную корневую систему, хорошо усваивает питательные вещества в труднорастворимой форме, превращая их в формы, доступные растениям.

Белую горчицу высевают обычными зернотравяными сеялками. Норма высева семян 25 кг/га. Семена заделывают на глубину 3–4 см. Во время полного цветения горчицу обязательно скашивают и запахивают.

Как свидетельствуют многочисленные опыты, заплата белой горчицы в зеленом виде по своему полезному действию превосходит любое удобрение. На почвах, бедных фосфатами, горчица усваивает труднорастворимые их формы, поэтому запаханная зеленая масса горчицы является дополнительным источником поступления фосфора в основную культуру. При этом значительно оздоравливается почвенная микрофлора.

В таблице 4 приведены результаты исследований, позволяющие судить об эффективности использования горчицы в качестве сидеральной культуры под картофель по сравнению с органическим удобрением (навозом). Отмечено увеличение содержания крахмала и снижение содержания редуцирующих сахаров в клубнях картофеля, что позволяет использовать их для промышленной переработки. Благодаря низкому содержанию нитратов такой картофель рекомендуется для диетического питания.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика эффективности использования горчицы в качестве сидеральной культуры под картофель и навоза

Показатель	Навоз, 40 т/га	Запашка белой горчицы
Крахмал, %	16,0	19,0
Редуцирующие сахара, %	0,78	0,38
Нитраты, мг/кг	140	42

Очень важный момент – предпосадочная весенняя переборка картофеля. Она значительно облегчается, если отбирать клубни по удельной массе в солевых растворах, так как больные клубни содержат меньше сухого вещества, чем здоровые. В этом случае выбраковывают клубни со скрытой инфекцией, пораженные черной ножкой, кольцевой гнилью, фитофторой, нематодой, вирусными болезнями, а также пустотелые и физиологически невызревшие. В результате увеличивается общий урожай и повышается выход клубней семенной фракции.

Для приготовления рабочего раствора лучше всего использовать мочевину. Это удобрение быстро растворяется в воде, не вызывает солевых ожогов клубней. Если плотность рабочего раствора находится в интервале $1,05\text{--}1,07\text{ г/см}^3$, то дополнительной отмывки клубней не требуется. Для посадки на семена необходима более жесткая выбраковка в растворе плотностью $1,090\text{--}1,095\text{ г/см}^3$. Такие клубни отмывают в чистой воде 1–1,5 мин.

При применении рассматриваемого метода переборки можно использовать сетчатые подъемники или специально сконструированные машины. Всплывшие больные клубни удаляют вручную или механизированным способом. После обработки в мочеvine в клубнях усиливаются ростовые процессы, поэтому посадку следует провести в течение 2–6 дней.

При возделывании продовольственного картофеля, как правило, завышают нормы удобрений с целью увеличения валового сбора, что отрицательно влияет на качество и сохранность продукции: повышается содержание нитратов, токсич-

ных элементов (ртуть, свинец и др.), удлиняется вегетационный период. В результате картофель не полностью вызревает и плохо хранится. Потери в период хранения сводят практически к нулю полученную прибавку урожая. Все это – результат экологической неграмотности, последствия которой трудно устранить в кратчайшие сроки. Однако для начала нужно научиться предвидеть это.

Нетрадиционный способ получения высоких урожаев чистого товарного картофеля – снятие апикального доминирования у посадочных клубней. Апикальное доминирование связано с преобладающим сосредоточением активных веществ (ауксин, гиббереллины, витамины и аминокислоты) в апикальной верхней части, поэтому почки в средней части клубня развиваются хуже, а на нижней (базальной) части не развиваются вообще и отмирают. При воздействии на ростки растворами регуляторов роста активные вещества в материнском клубне перераспределяются. Клубень прорастает большим числом почек. Продуктивность растений возрастает на 30–50 %, снижается содержание нитратов в клубнях.

Обработку ведут в специальных емкостях. Пророщенный картофель насыпают на сетчатый подъемник и опускают в емкость с раствором на 50–60 мин, затем картофель высыпают в бункер транспортера, оттуда он поступает в кузов автомобиля для транспортировки к сажалке.

Таким образом, альтернативой индустриальным системам земледелия и интенсивным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур с учетом требований оптимизации природопользования являются высокопродуктивные экологически адаптивные агроландшафты и применяемые технологии, представляющие собой структурное и функциональное единство абиотических, биотических и антропогенных факторов. Экологизация земледелия призвана, в конечном счете, перейти от стихийности природопользования к сознательной переориентации на гибкие научные стратегии, обеспечивающие природосообразную деятельность в сфере сельского хозяйства.

Вопросы и задания

1. Что называется альтернативной системой земледелия? Перечислите основные направления альтернативного земледелия.
2. Приведите примеры использования альтернативной системы земледелия.
3. Какие элементы экологических агроприемов используют при выращивании картофеля?
4. Подготовьте доклад, используя патентную базу РФ, на тему «Применение альтернативных (экологических) методов при выращивании сельскохозяйственных культур (на примере одной из культур: озимой пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника и др.)».

Занятие 7 Основные принципы и приемы промышленного разведения червей

При промышленном разведении червей целесообразно различать два направления. В первом имеется в виду разведение червей с целью получения биогумуса, во втором – их воспроизводство, так называемое маточное разведение.

Для успешного решения этих задач необходимо соблюдать комплекс требований и осуществлять ряд операций. Разводить червей можно как в открытом, так и в защищенном месте. Из множества видов червей для разведения лучше использовать красный гибрид (коммерческое название «калифорнийский»).

Основным технологическим средством при выращивании червей является ложе, представляющее собой гряду из органической питательной массы (субстрата) длиной 2 м, шириной 1 м и высотой 0,4–0,6 м. Площадь одного ложа 2 м². На одно ложе в год требуется 1,0–1,2 т органической массы. Оптимальным считают вермикозияство, которое состоит из

1200 лож, занимающих полезную площадь не менее 1 га земли.

Оптимальная плотность заселения червями одного ложа 50–100 тыс. взрослых и молодых червей, а также коконов с яйцами. Установлено, что от плотности заселения ложа во многом зависит производительность вермикультуры. Если плотность избыточна, то повышается возбудимость червей и возникает стресс, вызванный перенаселением, что отрицательно сказывается на их размножении. При низкой плотности продуктивность червей и выход биогумуса также уменьшаются. Для разведения маточных червей используют стандартные ложа. При этом плотность может составлять от 1,5–2,0 до 10–12 тыс. экземпляров на 1 м².

Подкармливают червей органическим веществом (субстратом), включающим бытовые и другие отходы, ил, навоз, сточные воды и т. д., в которые для создания рыхлой структуры добавляют в различной пропорции твердые органические компоненты – наполнители. Ими могут быть кора деревьев, листья (кроме свежей хвои) и др. В расчете примерно на 100 тыс. червей количество субстрата составляет около 1000 кг/год.

Субстрат имеет для червей двойное значение: во-первых, он служит им средой обитания; во-вторых, это пища, благодаря которой обеспечивается определенный уровень их жизнедеятельности. Не случайно к структуре субстрата и его химическим параметрам предъявляют особые требования: влажность должна быть 70–80 %; наличие неподвергающихся разложению предметов (камни, металл, стекло и пр.) исключается, необходима нейтральная реакция среды (оптимальная рН 6,8–7,2), оксидов железа должно содержаться не более 10 %.

Агроэкологические требования к питательному субстрату. Питательный субстрат должен иметь полужидкую консистенцию и быть хорошо измельченным, так как самые крупные частицы, которые калифорнийский червь способен заглотить, имеют размер до 1 мм. Считается, что червь поедает пищу в количестве, равной массе своего тела (около 1 г); 40 % пищи усваивается, а 60 % выделяется в виде копролитов.

Качество субстрата повышается при добавлении отходов бахчевых и плодовоовощных культур в сочетании с 10 % извештковых отходов (дефекат, известь, мел и др.).

Основное условие пригодности субстрата – его однородность и хорошая аэрация, а также отношение C:N. При готовности субстрата отношение C:N = 20. Независимо от того, какое органическое вещество предполагается использовать, оно должно содержать не менее 20–25 % целлюлозы в виде соломенной сечки, бумаги, картона и пр.

Следует учитывать и наличие в субстрате протеина, содержание которого более 45 % опасно для червей и может привести к летальному исходу. Корм, предназначенный червям, должен содержать не более 25–30 % этого вещества.

Ферментация субстрата. Подготовленный субстрат проходит стадию ферментации, во время которой погибают яйца и личинки гельминтов, а также семена сорной растительности.

Ферментацию можно проводить как в естественном, так и в ускоренном режиме. При естественном режиме процесс протекает 6–7 мес. в зависимости от вида органических отходов. В условиях ускоренного режима эти сроки сокращаются до 1–3 мес. Для ускорения ферментации органические отходы укладывают в бурты, в которые затем нагнетают по трубам горячий пар температурой 50–60 °С. Субстрат, лишенный возможности саморазогреваться, расстилают слоем толщиной 20–30 см и шириной 1,0–1,5 м, увлажняют до 70–80 % полной смачиваемости. Далее выстаивают 10–15 сут. После этого заселяют червями в количестве 1,5–2,5 тыс. особей на 1 м². Для сохранения влажности субстрата его накрывают резаной соломой или мешковиной.

Итоговым результатом пригодности базового субстрата является «проба 50 червей». Если при заселении субстрата (взятого в небольшом количестве) 50 червями при дневном или сильном искусственном освещении они сразу же уходят в глубь органического материала и находятся там в течение суток, то субстрат готов для зачервления. Если черви выполза-

ют, то субстрат непригоден для вермикультивирования и требует проверки. Скорость разложения субстрата под действием червей в 2–3 раза больше, чем скорость созревания навоза.

Выращивание вермикультуры зимой. Зимой червей желательно содержать в закрытом отапливаемом помещении при температуре не ниже 10 °С. При температуре 7 °С черви начинают впадать в состояние анабиоза. Наиболее подходящий корм в зимнее время – навоз с содержанием не менее 20 % соломы.

Приготовление вермикомпоста на приусадебных и дачных участках. Метод вермикультивирования с успехом можно применять для переработки отходов (растительные остатки, ветви и пр.) на индивидуальных земельных участках.

Для этого отходы собирают в кучу, увлажняют и оставляют перегнивать. Через 1–1,5 мес, когда закончится процесс разогревания, накопленную массу заселяют червями (из расчета около 1 тыс. экз. на 1 м²). Спустя 3–4 мес (в зависимости от качества субстрата и складывающихся условий) компост готов.

Для отделения червей от компоста используют достаточно простой способ – рядом с вермикомпостной кучей из свежих отходов устраивают новую, куда черви переползают в поисках пищи.

Можно использовать также металлическое сито с отверстиями ячеек около 2 мм, через которое почву просеивают, и черви остаются на сите. За два-три таких приема можно вынуть из ложа около 97 % популяции. Оставшиеся 3 % целесообразно сохранить в полученной органической массе.

Вредители дождевых червей. Дождевой червь не имеет никаких органов защиты, поэтому может подвергаться нападению любых животных: крыс, мышей, змей, жаб, птиц. Особенно опасны кроты. Поэтому при разведении червей следует использовать различные ограждения, например сетку (металлическую), которая предохранит от попадания внутрь ложа названных врагов. Сетку устанавливают по бокам ложа или других мест, в которых выращивают лямблицид.

Определенную угрозу представляют также мокрицы, моль, муравьи, так как питаются главным образом жирами и сахарами, содержащимися в корме, и таким образом составляют конкуренцию червям. Среди паразитов дождевых червей отмечаются мухи, особенно *Polenia rudis*. Еще один опасный вредитель червей – нематоды.

Таким образом, вермикультивирование следует рассматривать как перспективное направление, позволяющее формировать и развивать экологические основы сельскохозяйственного производства посредством рационального использования природных возможностей, базирующегося на значительной активизации деятельности живых организмов, на управлении этой деятельностью. Использование в качестве удобрения продукта переработки отходов производства при помощи вермикультуры существенно уменьшает затраты на обогащение питательными веществами земель сельскохозяйственного назначения. При этом повышаются предпосылки получения экологически безопасной продукции. И что крайне важно: создаются условия для утилизации (с большой пользой) значительных объемов органических отходов.

Вопросы и задания

1. Назовите основное технологическое средство при выращивании дождевых червей.
2. Назовите основные агроэкологические требования к питательному субстрату дождевых червей.
3. Дайте понятие ферментации питательного субстрата.
4. Дайте понятие «проба 50 червей».
5. Отметьте особенности приготовления вермикомпоста на приусадебных и дачных участках. Назовите вредителей дождевых червей.
6. Приведите примеры хозяйств, занимающихся вермикультивированием с целью получения биогумуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрэкология : учеб. пособие / В. А. Черников [и др.]. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
2. Белюченко И. С. Аграрные ландшафты Кубани и экологическая геохимия : понятия, законы : монография / В. А. Алексеенко, И. С. Белюченко, А. В. Алексеенко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 380 с.
3. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 349 с.
4. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар. – Изд-во КубГАУ. – 2015. – 418 с.
5. Белюченко И. С. Почвы агроландшафтов Кубани и перспективы их формирования : монография / И. С. Белюченко, О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 167 с.
6. Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : сб. материалов Междунар. науч. экол. конф.– Краснодар : КубГАУ. – 2018. – С. 248–261.
7. Белюченко И. С. Сельскохозяйственная экология : учеб. пособие / И. С. Белюченко, О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 297 с.
8. Белюченко И. С. Сложный компост и рекультивация отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 311 с.
9. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 262 с.

10. Белюченко И. С. Экологические основы аграрных ландшафтов, их устойчивость и стратегия развития : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 404 с.
11. Белюченко И. С. Экология в терминах и понятиях / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2000. – 496 с.
12. Биоразнообразиие и способы его оценки : учеб. пособие / В. В. Корунчикова [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 85 с.
13. Герасименко В. П. Практикум по агроэкологии : учеб. пособие / В. П. Герасименко. – СПб. : Лань, 2009. – 428 с.
14. ГОСТ 17.4.1.02–83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения / Государственный комитет СССР по стандартам. – М : Стандартиформ, 2008. – 4 с.
15. Куликов Я. К. Агроэкология : учеб. пособие / Я. К Куликов. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 319 с.
16. Мешалкин А. В. Экологическое состояние гидросферы : учеб. пособие / А. В. Мешалкин, Т. В. Дмитриева, И. Г. Шемель. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 276 с.
17. Мешалкин А. В. Экологическое состояние литосферы и почвы : учеб. пособие / А. В. Мешалкин, Т. В. Дмитриева, Н. В. Коротких. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с.
18. Сельскохозяйственная экология : учеб. пособие / Уразаев Н. А. [и др.]. – М. : Колос, 2000. – 304 с.
19. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 180 с.
20. Экологические аспекты совершенствования агроландшафтных систем Краснодарского края / И. С. Белюченко, А.В. Смагин, В. Н. Гукалов [и др.] // Труды Кубанского ГАУ. – 2010. – № 5 (26) – С. 33–38.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АГРОЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ.....	3
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	9
Занятие 1 Схема оценки почв сельскохозяйственного использования по степени загрязнения химическими веществами.....	9
Занятие 2 Биогеоценотическая деятельность микробного комплекса.....	14
Занятие 3 Сельскохозяйственные источники биогенной нагрузки на водные объекты.....	19
Занятие 4 Экологические аспекты применения химических средств защиты растений.....	23
Занятие 5 Способ предупреждения поступления навозных стоков с территории животноводческих комплексов на балочные донья.....	29
Занятие 6 Использование элементов экологических агроприемов на примере возделывания картофеля.....	31
Занятие 7 Основные принципы и приемы промышленного разведения червей.....	34
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	39

АГРОЛАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания

Составитель: **Мельник** Ольга Александровна

Кубанский государственный аграрный университет.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13