

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. А. Близнюк, Т. М. Дайнеко

**ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ.
ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию в качестве
учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
6-05-0812-01 «Техническое обеспечение производства
сельскохозяйственной продукции»*

Минск
БГАТУ
2025

УДК 502(07)
ББК 20.1я7
Б69

Рецензенты:

кафедра биологии и методики преподавания биологии
УО «Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка» (кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий кафедрой *И. И. Жукова*);
кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник
лаборатории климатических исследований ГНУ
«Институт природопользования НАН Беларуси» *Ю. А. Бровка*

Близнюк, Н. А.
Б69 Основы экологии. Практикум : учебно-методическое пособие /
Н. А. Близнюк, Т. М. Дайнеко. – Минск : БГАТУ, 2025. – 116 с.
ISBN 978-985-25-0289-4.

Рассмотрены теоретические сведения в области экологии. Представлены практические работы, методические указания к их выполнению и контрольные вопросы к ним.

Для обучающихся в учреждениях высшего образования сельскохозяйственного профиля.

УДК 502(07)
ББК 20.1я7

ISBN 978-985-25-0289-4

© БГАТУ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Практическая работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ЕЕ РОЛИ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ	6
Практическая работа № 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	10
Практическая работа № 3. ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ ЭРОЗИИ ПОЧВЫ И МЕР БОРЬБЫ С НЕЙ	16
Практическая работа № 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	28
Практическая работа № 5. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА	39
Практическая работа № 6. ОБРАЩЕНИЕ С КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ	48
Практическая работа № 7. ИЗУЧЕНИЕ ПРИЕМОВ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	58
Практическая работа № 8. ИЗУЧЕНИЕ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ	70
Практическая работа № 9. ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ПУТЕЙ ИХ СНИЖЕНИЯ	81
Практическая работа № 10. СОСТАВЛЕНИЕ КОНТУРНЫХ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СЕВООБОРОТОВ	90
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	103
ПРИЛОЖЕНИЯ	105

ВВЕДЕНИЕ

В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года говорится, что важнейшими условиями для перехода страны к устойчивому развитию являются обеспечение экологической безопасности и сохранение благоприятной окружающей среды; рациональное использование природно-ресурсного потенциала; сохранение биологического и ландшафтного разнообразия. Обеспечение экологически благоприятных условий для жизнедеятельности общества и граждан является стратегической целью государственной политики в области охраны окружающей среды. Для ее достижения немаловажную роль играет экологическое образование. Только экологически грамотный специалист сможет внести свой вклад в устойчивое развитие своего региона, страны и цивилизации в целом, обеспечить жизненно необходимые условия для собственных потребностей и создать предпосылки для достойного будущего грядущим поколениям.

Студенты, получающие высшее аграрное образование, в своей будущей профессиональной деятельности должны уметь объективно оценивать причины и последствия загрязнения окружающей среды при ведении сельскохозяйственного производства, экологическую обстановку на предприятии, организовывать экологически безопасное производство.

Практикум предназначен для студентов, обучающихся по специальности 6-05-0812-01 «Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции».

Цель практикума – обеспечить студентов теоретическим материалом, необходимым для самостоятельного и качественного выполнения практических работ.

В практикуме рассматриваются вопросы антропогенного воздействия на окружающую среду и ее отдельные компоненты. Большое внимание уделяется экологическим проблемам, возникающим в результате ведения сельскохозяйственного производства, и мероприятиям по их решению. Среди них такие, как применение минеральных удобрений, пестицидов, обращение с отходами сельского хозяйства, накопление радионуклидов

в продукции растениеводства, введение контурных почвенно-экологических севооборотов. В конце каждой практической работы содержатся задания для выполнения и контрольные вопросы.

Практикум можно использовать на практических занятиях, при выполнении студентами самостоятельной работы и подготовке к контролю знаний по дисциплине «Основы экологии».

Практическая работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ЕЕ РОЛИ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о биоразнообразии и необходимости его сохранения.
2. Усвоить общие теоретические сведения о Красной книге Республики Беларусь и проанализировать изменение численности видов диких животных и дикорастущих растений по годам издания.
3. Охарактеризовать отдельные виды, включенные в Красную книгу Республики Беларусь.

Основные сведения

Основное условие поддержания жизни на Земле – способность биосферы создавать и поддерживать равновесие между входящими в ее состав экосистемами. Эта способность во многом определяется биологическим разнообразием.

Биоразнообразие (биологическое разнообразие) – это разнообразие жизни во всех ее проявлениях, а также показатель сложности биологической системы, разнокачественности её компонентов. Оно имеет три уровня организации: генетический (разнообразие генов и их вариантов), видовой (разнообразие видов в экосистемах) и экосистемный (разнообразие самих экосистем).

В настоящее время особое место среди глобальных экологических проблем занимает сокращение биоразнообразия. По оценкам ученых, в последние годы под угрозой исчезновения находятся 14 % известных видов растений, 11 % видов птиц и млекопитающих и 30 % рыб.

Аргументы в пользу сохранения биоразнообразия:

- биоразнообразие обеспечивает устойчивость экосистем и биосферы в целом;
- элементы биологического разнообразия представляют хозяйственную и научную пользу для человека в настоящее время или могут оказаться полезными в будущем;
- биоразнообразие имеет огромное значение в этическом и эстетическом аспектах.

В 1948 году Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) объединил и возглавил работы по охране живой природы государственных, научных и общественных организаций в большинстве стран мира. В 1949 году в числе первых его решений было создание постоянной Комиссии по редким видам, основной целью которой была подготовка всемирного аннотированного списка (кадастра) животных, которым по тем или иным причинам угрожает вымирание. Данный список было предложено назвать *Красной книгой*, так как красный цвет символизирует собой опасность.

Первое издание *Красной книги МСОП* датируется 1963 годом. В два его тома вошли сведения о 211 видах и подвидах млекопитающих и 312 видах и подвидах птиц. Красная книга рассылалась по списку видным государственным деятелям и ученым. Постепенно она совершенствовалась и дополнялась. Работа над Красной книгой МСОП постоянно продолжается.

Красная книга Республики Беларусь

Красная книга Республики Беларусь представляет собой список редких и находящихся под угрозой исчезновения на территории республики видов диких животных и дикорастущих растений.

Первое издание Красной книги Республики Беларусь было опубликовано в 1981 году и содержало сведения о 80 видах животных и 85 видах растений. *Второе* появилось в 1993 году и включало 182 вида животных и 214 видов растений. *Третье* издание, включающее 189 видов животных и 274 вида растений, вышло в 2004 году. В действующее на сегодняшний день *четвертое* издание, вышедшее в 2015 году, включено 203 вида диких животных (Согласно постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 3 марта 2023 г. № 9 была добавлена лошадь Пржевальского) и 303 вида дикорастущих растений. По предварительным данным, *пятое* издание Красной книги Республики Беларусь планируется в 2025 году.

Кроме основного перечня редких видов, находящихся под угрозой исчезновения, в Красной книге можно найти списки видов, вероятно, исчезнувших с территории Беларуси.

При включении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений в Красную

книгу Республики Беларусь им присваиваются категории национальной природоохранной значимости, которые соответствуют категориям МСОП и определяют степень риска исчезновения вида:

I категория (CR) – находящиеся на грани исчезновения;

II категория (EN) – исчезающие;

III категория (VU) – уязвимые;

IV категория (NT) – потенциально уязвимые.

Красная книга Республики Беларусь подлежит изданию не реже одного раза в десять лет. В ней приводятся названия редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений, информация о распространении, местах обитания и произрастания, биологии (в том числе краткое описание этих видов), численности и тенденциях ее изменения, основных факторах угрозы и мерах охраны, а также о категориях национальной природоохранной значимости.

Задания

1. Изучить структуру Красной книги Республики Беларусь. Заполнить табл. 1.1.

Таблица 1.1

Издания Красной книги Республики Беларусь

Год издания	Количество видов, шт.	
	животные	растения

2. Используя Красную книгу Республики Беларусь, охарактеризовать отдельные виды животных и растений, включенные в ее последнее издание. Информацию представить в табл. 1.2. Сделать вывод об основных факторах, приводящих к сокращению численности видов.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под биологическим разнообразием?
2. Приведите основные аргументы в пользу сохранения биоразнообразия.

3. Что представляет собой Красная книга Республики Беларусь?
4. Какова структура Красной книги?
5. Приведите примеры видов дикорастущих растений, включенных в последнее издание Красной книги Республики Беларусь.
6. Какие виды диких животных включены в Красную книгу Республики Беларусь?

Таблица 1.2

Характеристика отдельных видов животных и растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь

Название вида	Категория	Численность и тенденции ее изменения	Основные факторы угрозы	Меры охраны
<i>Млекопитающие</i>				
1.				
2.				
...				
<i>Птицы</i>				
1.				
2.				
...				
<i>Амфибии и рептилии</i>				
1.				
2.				
...				
<i>Рыбы</i>				
1.				
2.				
...				
<i>Насекомые</i>				
1.				
2.				
...				
<i>Сосудистые растения</i>				
1.				
2.				
...				

Практическая работа № 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения об особо охраняемых природных территориях и их категориях.
2. Научиться характеризовать по плану особо охраняемые природные территории Республики Беларусь.

Основные сведения

Наиболее эффективной формой сохранения биологического и ландшафтного разнообразия является организация особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

ООПТ – это участки земли с уникальными, эталонными и иными ценными природными комплексами и объектами, имеющими особое экологическое, научное, эстетическое и иное значение, изъятые полностью или частично из хозяйственного оборота, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования.

В зависимости от особенностей ценных природных комплексов и объектов, режима охраны и использования ООПТ подразделяются на четыре категории: *заповедник, национальный парк, заказник, памятник природы*.

По состоянию на 01.01.2024 г. система ООПТ Беларуси включает 1354 объекта, которые занимают 9,1 % общей территории республики (рис. 2.1).

Классификация особо охраняемых природных территорий

Заповедник – это территория, на которой сохраняется в естественном состоянии весь его природный комплекс. В заповедниках запрещена любая хозяйственная деятельность человека, а земли изъяты из любых форм пользования.

В начале 1970-х годов в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» была разработана концепция *биосферного заповедника*, после чего началось создание таких заповедников по всему миру.

Особенностью *биосферного заповедника* является проведение научных исследований и мониторинга окружающей среды, которые осуществляются на международном уровне.



Рис. 2.1. Система ООПТ Республики Беларусь

Биосферные заповедники выполняют *три основные функции*:

- 1) функция сохранения – обеспечение сохранения биологического и ландшафтного разнообразия;
- 2) функция развития – содействие устойчивому социально-экономическому развитию региона, в котором он находится;
- 3) научно-техническая функция – экологическое образование, воспитание и подготовка кадров, проведение научных исследований и мониторинга.

Эти функции реализуются через *три взаимосвязанные зоны* биосферного заповедника: основную, буферную и переходную.

Основная зона (ядро) предназначена для обеспечения сохранения и восстановления биологического и ландшафтного разнообразия естественных экологических систем.

Буферная зона окружает ядро или примыкает к нему. Она выделяется с целью предотвращения негативного воздействия на основную зону хозяйственной деятельности на прилегающих

территориях. Ее используют для научных исследований, мониторинга окружающей среды, экологического образования.

Переходная зона находится по внешнему периметру биосферного заповедника и предназначена для устойчивого социально-экономического развития территории. В ее границах поддерживается и стимулируется рациональное (устойчивое) использование природных ресурсов, комплексное ведение лесного, охотничьего и сельского хозяйства, развитие агротуризма, применение энерго- и ресурсосберегающих технологий, а также экономических механизмов, обеспечивающих охрану окружающей среды, сохранение традиционных промыслов.

Национальный парк – особо охраняемая природная территория, где в целях охраны окружающей среды ограничена хозяйственная деятельность человека. В отличие от заповедников природные комплексы и объекты национального парка используются для туризма и отдыха.

Функции и задачи национальных парков:

- сохранение в естественном состоянии природных комплексов, генетического фонда растительного и животного мира, историко-культурного наследия;
- организация экологического образования, просвещения и воспитания населения, пропаганда охраны окружающей среды;
- организация рекреационной деятельности (туризма, отдыха, оздоровления населения);
- ведение комплексного хозяйства на основе научно-обоснованных традиционных технологий и передовых достижений природопользования;
- проведение научных исследований;
- разработка и внедрение в практику научных методов охраны окружающей среды и природопользования.

С учетом природоохранной, научной, рекреационно-оздоровительной, историко-культурной, хозяйственной и другой ценности природных комплексов и объектов национального парка в его границах выделяются следующие зоны:

- 1) *заповедная зона*, предназначенная для сохранения в естественном состоянии ценных природных комплексов и объектов, обеспечения естественного течения природных процессов;

2) *зона регулируемого использования* – для сохранения и восстановления (воспроизводства) ценных природных комплексов и объектов;

3) *рекреационная зона* – для туризма, отдыха и оздоровления граждан;

4) *хозяйственная зона* – для обеспечения функционирования национального парка.

Заказник – территория, на которой под охраной может находиться как весь природный комплекс, так и некоторые его части (например, виды растений или животных, геологические объекты, водные объекты).

Для обеспечения неприкосновенности охраняемых объектов в заказниках запрещены отдельные виды хозяйственной деятельности.

В зависимости от особенностей природных комплексов и объектов, подлежащих охране, заказники подразделяются на следующие виды:

- *ландшафтные (комплексные)*, предназначенные для сохранения и восстановления ценных природных ландшафтов;

- *биологические (ботанические, зоологические)* – для сохранения и восстановления редких, исчезающих, а также ценных в экологическом, научном, хозяйственном и культурном отношении растений, животных или отдельных особо ценных участков леса;

- *водно-болотные* – для сохранения водно-болотных угодий, имеющих особое значение в качестве мест обитания водоплавающих птиц, в том числе в период миграции;

- *гидрологические (болотные, озерные, речные)* – для сохранения и восстановления ценных водных объектов;

- *геологические* – для сохранения уникальных геологических объектов и комплексов;

- *палеонтологические* – для сохранения ископаемых природных объектов и их комплексов.

Памятник природы представляет собой небольшой по размерам уникальный и ценный в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природный комплекс или объект. Основной задачей памятников природы является сохранение таких комплексов и объектов в естественном состоянии для научных и культурных целей.

Памятники природы подразделяются на:

- *ботанические* (участки леса с ценными древесными породами, старинные парки, отдельные вековые или редких пород деревья и их группы, территории с реликтовой или особо ценной растительностью, иные ценные ботанические объекты);

- *гидрологические* (родники, ручьи и иные ценные водные объекты и связанные с ними экосистемы);

- *геологические* (отдельные редкие формы рельефа, расположенные в природной среде минералогические, палеонтологические и иные уникальные геологические материалы).

Задания

1. Установить отличительные особенности категорий ООПТ и заполнить табл. 2.1.

Таблица 2.1

Категории особо охраняемых природных территорий и их особенности

Категория ООПТ	Функции, задачи	Зонирование
Заповедник (в том числе биосферный) – ...		
Национальный парк – ...		
Заказник – ...		
Памятник природы – ...		

2. Используя интерактивную карту ООПТ, которая размещена на официальном сайте Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, а также другие дополнительные источники, охарактеризовать отдельные особо охраняемые природные территории Беларуси (на выбор) по плану:

- 1) год образования,
- 2) площадь,
- 3) месторасположение,
- 4) ландшафты,
- 5) флора,
- 6) фауна.

Сведения представить в табл. 2.2.

Особо охраняемые природные территории Республики Беларусь

Название ООПТ	Характеристика
Березинский биосферный заповедник	
Национальный парк «Беловежская пуща»	
Национальный парк «Нарочанский»	
Национальный парк «Припятский»	
Национальный парк «Браславские озера»	
Заказники: «Ольманские болота», «Ельня», «Средняя Припять», «Налибокский», «Выгонощанское», «Сорочанские озера», «Споровский», «Званец», «Лебяжий», «Острова Дулебы», «Заозерье», «Швакшты» и др.	

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой особо охраняемые природные территории?
2. Что входит в систему ООПТ Республики Беларусь?
3. Каковы отличительные особенности заповедника? национального парка? заказника? памятника природы?
4. Что представляет собой биосферный заповедник?
5. Приведите примеры особо охраняемых природных территорий Беларуси.

Практическая работа № 3 ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ ЭРОЗИИ ПОЧВЫ И МЕР БОРЬБЫ С НЕЙ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о вреде, причиняемом эрозией почв.
2. Научиться определять вид эрозии почвы.
3. Усвоить общие теоретические сведения о классификации почв по степени эродированности, смывости и дефлирования, почвозащитным свойствам сельскохозяйственных культур.
4. Приобрести практические навыки составления мероприятий по защите почв от эрозии.

Основные сведения

На территории Беларуси преобладающими видами деградации почв сельскохозяйственных земель являются водная и ветровая эрозия (дефляция). Данным видам эрозии подвержено 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель (табл. 3.1). На долю водной эрозии приходится 85 %, ветровой – 15 % (Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь за 2019–2022 годы). Среди эродированных земель 27 % площади составляют средне- и сильно эродированные, а также средне- и сильно дефлированные.

В Белорусском Поозерье (Витебская область), центральной Беларуси и особенно сильно в Горецком и Мстиславском районах Могилевской области и, частично, в Кореличском районе Гродненской области наблюдается водная эрозия. Ветровая эрозия получила наибольшее распространение на юге страны.

Таблица 3.1

Эродированность почв по областям (сельскохозяйственные земли)

Область	Площади эродированных земель			
	Всего		В том числе	
	тыс. га	%	водная, %	ветровая, %
Брестская	50,9	4,1	3,2	0,9
Витебская	121,1	9,2	8,9	0,3
Гомельская	33,7	2,7	1,0	1,7

Область	Площади эродированных земель			
	Всего		В том числе	
	тыс. га	%	водная, %	ветровая, %
Гродненская	107,1	9,7	7,8	1,9
Минская	130,6	8,3	7,0	1,3
Могилевская	113,0	9,1	8,9	0,2
По республике	556,5	7,2	6,1	1,1

Вред, причиняемый эрозией почв

Эрозия почв наносит существенный экономический и экологический ущерб, в связи с разрушением почвенного покрова, ухудшением агрохимических, агротехнических, физических и биологических свойств сельскохозяйственных земель.

При современном характере использования эрозионноопасных и эродированных земель с одного гектара ежегодно выносятся в среднем до 10–15 т твердой фазы почвы, 150–180 кг гумусовых веществ, 10 кг азота, 4–5 кг фосфора и калия, 5–6 кг кальция и магния, что отрицательно сказывается на плодородии почв. К быстрой потере почвенного плодородия приводит развитие плоскостной водной эрозии. Негативными последствиями ветровой эрозии являются разрушение почвенного покрова до 5–10 см, дефицит фосфора.

Эрозия приводит к изменению агрофизических характеристик почвы: уплотнению почвы, ухудшению и разрушению ее структуры, потере глинистых и илистых частиц. Наблюдается спад биологической активности почвы.

В результате происходит значительное снижение урожаев возделываемых культур на эродированных почвах. По данным многолетних исследований БелНИИ почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, снижение урожайности зерновых культур в зависимости от степени смыва почв на склоновых землях составляет 12 %–40 %, пропашных – 20 %–60 %, льна – 15 %–50 %, многолетних трав – 5 %–20 %. Ветровая эрозия нередко приводит к полной гибели культурных растений на больших площадях в результате выдувания пахотного слоя и засыпания посевов.

Образование оврагов ведет к потере пахотных площадей, сенокосов и пастбищ, затруднению проведения сельскохозяйственных

работ, иссушению местности. Минеральные вещества или частицы глины, попадая в водоемы в результате водной эрозии, способствуют загрязнению и обмелению.

Ветровая эрозия сопровождается разрушением сооружений, заносом населенных пунктов и дорог, нарушает движение транспорта. Занос мелкоземом ухудшает водный режим рек, прудов, каналов. Запыление атмосферы повреждает пищу и одежду человека, вызывает воспаление слизистых оболочек, обжигает молодые листья.

Виды эрозии почв

Эрозия (от лат. *erosio* «разъедание») – разрушение верхнего плодородного слоя почвы и подстилающих пород под воздействием воды, ветра и антропогенных факторов и снос или размыв продуктов этого разрушения.

По темпу проявления эрозионных процессов различают нормальную (геологическую) и ускоренную (антропогенную) эрозию.

Нормальная эрозия наблюдается на участках, почвы которых покрыты естественной лесной и травянистой растительностью, не измененной хозяйственной деятельностью человека. Это медленный процесс разрушения верхних горизонтов почвы. Ее причиной могут быть ливни, продолжительные засухи, сильные ветры. Такого рода разрушения полностью перекрываются процессом почвообразования, т. е. сколько теряет почва за счет нормальной эрозии, столько и образуется вновь в процессе почвообразования.

Ускоренная эрозия развивается там, где естественная растительность уничтожена, а территорию используют без учета ее природных особенностей (подверженности почв смыву или выдуванию). В итоге процессы разрушения почвы не покрываются процессами ее самовосстановления.

Водная эрозия возникает в результате стока талых вод и ливневых осадков и проявляется на склонах в виде смыва верхней части почвенного покрова или размыва в глубину.

В Беларуси наиболее распространена плоскостная и линейная водная эрозия.

Плоскостная (поверхностная) эрозия выражается в постепенном, более или менее равномерном смыве с поверхности склона почвенных частиц при стоке талых или ливневых вод сплошным потоком

или ручьями. Смыв почвы внешне обнаруживается лишь при изменении темной окраски склона на более светлую, глубина русел не превышает глубины пахотного слоя. Все водороины заделываются при вспашке. Хотя смыв происходит медленно, вред от него значителен, так как при этом удаляются верхние, наиболее плодородные слои почвы.

Линейная (глубинная, овражная) эрозия наблюдается при размыве почвы, материнских и подстилающих пород потоками воды, сконцентрированными в узких пределах участка склона. В результате происходит размыв почвы в глубину, образуются глубокие промоины, рытвины, которые постепенно перерастают в овраги.

К факторам, обуславливающим характер и интенсивность водной эрозии, относятся: климат (осадки, характер дождей и снежного покрова); рельеф местности (крутизна и длина склонов, их форма, экспозиция и др.); почва (тип и гранулометрический состав, степень эродированности, противозерозионная устойчивость, структура, водно-физические свойства и др.); наличие растительного покрова.

Кроме естественных факторов возникновению водной эрозии способствуют техногенные причины: распашка земель; строительство дорог и зданий; уничтожение лесных массивов и растительного покрова; неграмотное использование территорий в сельскохозяйственных целях.

Ветровая эрозия (от лат. deflatio «выдуваю») – это полное или частичное разрушение верхнего слоя почвы под действием ветра.

Ветровая эрозия подразделяется на повседневную и пыльные бури.

Повседневная (местная) эрозия протекает под воздействием ветров малой скорости (менее 15 м/с), местных завихрений воздуха, небольших порывов ветра. Проявляется в виде смерчей, поднимающих пыль на большую высоту, или в виде поземки, которая чаще всего распространена в пределах одного или нескольких соседних полей. К такой эрозии относят вынос почвы под воздействием сельскохозяйственных орудий, машин и транспортных средств. Повседневная эрозия медленно систематически разрушает почву, нанося значительный ущерб сельскому хозяйству.

Пыльные бури – перенос сильным ветром большого количества почвы и пыли, поднимающихся с поверхности земли и движущихся на высоте в несколько метров.

Причинами ветровой эрозии могут быть как естественные климатические факторы – недостаток осадков, наличие почв легкого гранулометрического состава, отсутствие растительности, увеличение числа и силы ветров, так и техногенные – чрезмерная механическая обработка почвы во время полевых работ.

Кроме основных видов может быть еще механическая (техническая), ирригационная и биологическая (сработка торфа) эрозия.

Механическая эрозия – это разрушение почв и передвижение их верхних горизонтов в результате применения современной мощной и скоростной почвообрабатывающей техники. Этот вид эрозии особенно усиливается при увеличении числа операций, проводимых на полях.

Ирригационная эрозия проявляется в условиях неправильно организованного орошения сельскохозяйственных земель. Она вызывается превышением норм полива, допустимых уклонов и длин поливных борозд и др.

Биологическая эрозия или сработка торфа – разрушение (минерализация) органического вещества торфа в результате его освоения и использования и вынос продуктов разрушения с дренажными водами. При этом уменьшаются мощность и запасы торфа, на поверхность постепенно выступают пески.

Классификация почв по степени эродированности, смывотости и дефлирования

Дерново-подзолистые эродированные почвы в зависимости от мощности смывотого слоя делятся на виды.

1. *Слабосмывые*. Смывает частично пахотный горизонт (A_n). Распахивают остатки A_n и припахивают $A_2(A_2B_1)$. Пахотный горизонт палево-серого, светло-серого цвета.

2. *Среднесмывые*. Смывает полностью горизонт A_n и частично или полностью горизонт $A_2(A_2B_1)$. Распахивают остатки подзолистого горизонта и припахивают иллювиальный. Пахотный горизонт серовато-бурого, светло-бурого цвета, на тяжелых породах глыбистой структуры.

3. *Сильносмывые*. Смывает горизонты A_n , $A_2(A_2B)B_1$. Распахивают иллювиальные горизонты, иногда – почвообразующую породу (С). Пахотный горизонт бурого, буро-красного цвета. На тяжелых породах при высыхании почва сильно уплотняется, структура глыбистая.

Данная градация по степени смытости положена в основу классификации почв по степени эродированности (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Классификация почв по степени эродированности

Степень эродированности почв	Степень смытости, %	
	слабосмытые	средне- и сильно-смытые
Слабоэродированные	30–70	до 15
Среднеэродированные	количество слабосмытых почв не учитывается	15–40
Сильноэродированные	- « -	40–60
Очень сильноэродированные	- « -	более 60

В основу классификации минеральных почв, подверженных ветровой эрозии, положена степень разрушенности почвенного генетического профиля (В. В. Жилко, Л. М. Ярошевич).

1. *Слабодефлированные.* Разрушено и унесено ветром более половины пахотного горизонта. Распахивают остатки A_n и припахивают $A_2(A_2B_1)$. Пахотный горизонт на рыхлых породах серовато-желтого, серовато-бурого цвета.

2. *Среднедефлированные.* Пахотный горизонт полностью разрушен. Распахивают подзолистый (подзолисто-иллювиальный) и частично иллювиальный. Пахотный горизонт желто-бурого, бурого цвета.

3. *Сильнодефлированные.* Разрушены горизонты A_n , $A_2(A_2B_1)$ и частично или полностью иллювиальные горизонты. Распахивают иллювиальный горизонт или почвообразующую породу. Пахотный горизонт бурого цвета.

Почвозащитные свойства сельскохозяйственных культур

Растительность является мощным противоэрозионным фактором. Степень ее влияния зависит от состояния растительности: чем она лучше развита и больше ее густота, тем значительнее ее почвозащитная роль. Противоэрозионная роль растительности проявляется в уменьшении ударной силы капель дождя и, следовательно,

предохранении от разрушения агрегатов почвы, так как большая часть осадков сначала попадает на поверхность растений, а затем стекает на почву. Некоторое количество осадков задерживается надземной частью растений, не достигает земли и поэтому не участвует в формировании поверхностного стока. Под многолетними травами и залежью смыв почвы, как в период снеготаяния, так и при ливневых дождях практически отсутствует. Растительность хорошо скрепляет своими корнями почву и образует повышенную шероховатость, что уменьшает скорость стекания поверхностных вод и создает условия для поглощения их почвой. Степень сопротивления почв смыву зависит от мочковатости, мощности и разветвленности корневой системы растений. После отмирания корней в почве сохраняются их ходы, при этом значительно увеличивается пористость и водопроницаемость почвы. Под действием корней она обогащается органическим веществом и становится более структурной, повышается водопрочность почвенных агрегатов.

При выпадении снега растительность способствует его задержанию и равномерному распределению по поверхности, а это уменьшает глубину промерзания почвы. Весной растения препятствуют интенсивному таянию снега и тем самым ослабляют эрозию. Наименьший смыв наблюдается под лесом, затем под многолетними травами, зерновыми культурами, пропашными.

Сельскохозяйственные культуры в зависимости от почвозащитной эффективности делятся на группы:

- с *высокой почвозащитной эффективностью* – многолетние травы, озимые зерновые;
- со *средней* – яровые колосовые, зернобобовые, однолетние травы;
- с *низкой* – пропашные культуры.

Мероприятия по защите почв от эрозии

В целях борьбы с эрозией необходимо осуществлять систему организационно-хозяйственных, технологических, агротехнических, агролесо- и гидромелиоративных противоэрозионных мероприятий, выполнение которых будет способствовать сохранению и восстановлению эрозионноопасных и эродированных земель.

Все противоэрозионные мероприятия делят на три группы: *профилактические, общие и специальные.*

Профилактические мероприятия включают в себя запрет или ограничение рубки леса, регулирование выпаса скота на склонах, ограничение распашки земель, применение противоэрозионной системы земледелия и т. д.

К общим мероприятиям борьбы с водной эрозией относится противоэрозионная агротехника: проведение зяблевой обработки почвы, внесение органических удобрений, оструктуривание почв, увеличение глубины вспашки и др.

Специальные мероприятия – все виды приемов, применяемые в чисто противоэрозионных целях. Это устройство гидротехнических сооружений для регулирования стока, укрепление оврагов, облесение и залужение эродированных почв, создание лесных полос, специальные приемы обработки: рыхление подпахотного горизонта, обработка без оборота пласта, прерывистое бороздование зяби, валкование, лункование, щелевание и т. д.

Меры борьбы с водной эрозией почвы

Внедрение современных технологий обработки почв, способствующих улучшению их состояния. Безотвальная обработка почвы с сохранением стерни, мульчирование соломой из расчета 1–2 т/га. Проведение обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур поперек склона, контурной и гребнистой вспашки, углубления пахотного слоя, кротования, щелевания и других способов обработки, уменьшающих сток поверхностных вод.

Оптимальная структура сельскохозяйственных земель и посевных площадей, внедрение ресурсосберегающих почвозащитных севооборотов, полосное размещение сельскохозяйственных культур.

Увеличение ежегодного внесения органических удобрений в среднем до 10 т на гектар для повышения содержания органического вещества (гумуса) в пахотных минеральных почвах до 2,5 %–3,0 %. Выращивание сидеральных культур.

Залужение крутых склонов, создание полезащитных и противоэрозионных лесных полос, облесение оврагов, балок, песков, берегов рек и водоемов, строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений (перепады, пруды, террасирование, обвалование вершин оврагов и др.).

В горных районах строительство противоселевых сооружений, террасирование, облесение и залужение склонов, конусов выноса, регулирование выпаса скота, сохранение горных лесов.

Меры борьбы с ветровой эрозией почвы

Учет розы ветров при размещении культур, т. е. высаживать растения перпендикулярно наиболее частому направлению ветра.

Создание почвозащитных севооборотов с полосным размещением посевов и паров, кулис с высокими стеблями, которые служат защитным барьером и уменьшают скорость ветра, буферных полос из многолетних трав.

Плоскорезная безотвальная обработка почвы с сохранением стерни на ее поверхности, посев зерновых стерневыми сеялками.

Агролесомелиорация, регулярное орошение и залужение сильнодефлированных земель, внесение удобрений, снегозадержание, закрепление и облесение песков и других не пригодных для сельскохозяйственного использования земель, выращивание полевых защитных лесных полос.

Задания

1. Установить вред, причиняемый водной и ветровой эрозией почвы. Заполнить табл. 3.3.

Таблица 3.3

Вред, причиняемый эрозией почвы

Водная эрозия	Ветровая эрозия
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
...	...

2. Определить особенности проявления различных видов эрозии почвы. Заполнить табл. 3.4.

Таблица 3.4

Характеристика видов эрозии почвы

Виды эрозии	Особенности проявления
1. Водная эрозия а) плоскостная б) линейная	

Виды эрозии	Особенности проявления
2. Ветровая эрозия а) повседневная б) пыльные бури	
3. Механическая эрозия	
4. Ирригационная эрозия	
5. Биологическая эрозия	

3. Определить степень эродированности, смывости и дефлирования почв, почвозащитные свойства сельскохозяйственных культур. Заполнить табл. 3.5.

Таблица 3.5

Классификация почв по степени эродированности, смывости, дефлирования и сельскохозяйственных культур по почвозащитным свойствам

Признаки эродированности почв, вид сельскохозяйственной культуры	Вид почвы, степень почвозащитной эффективности
<i>1</i>	<i>2</i>
<i>По степени смывости</i>	
Смыв частично пахотный горизонт (A_n)	
Смыв полностью горизонт A_n и частично или полностью горизонт $A_2(A_2B_1)$	
Смывы горизонты A_n , $A_2(A_2B)B_1$. Распахивают иллювиальные горизонты, иногда – почвообразующую породу (С)	
<i>По степени эродированности</i>	
Слабосмытых – 30 %–70 %, средне- и сильносмытых до 15 %	
Количество слабосмытых почв не учитывается, средне- и сильносмытых – 15 %–40 %	
Количество слабосмытых почв не учитывается, средне- и сильносмытых – 40 %–60 %	
Количество слабосмытых почв не учитывается, средне- и сильносмытых – более 60 %	

1	2
<i>По степени дефлирования</i>	
Разрушено и унесено ветром более половины пахотного горизонта. Распахивают остатки $A_{\text{п}}$ и припахивают $A_2(A_2B_1)$	
Пахотный горизонт полностью разрушен. Распахивают подзолистый (подзолисто-иллювиальный) и частично иллювиальный горизонт	
Разрушены горизонты $A_{\text{п}}$, $A_2(A_2B_1)$ и частично или полностью иллювиальные горизонты. Распахивают иллювиальный горизонт или почвообразующую породу. Пахотный горизонт бурого цвета	
<i>По почвозащитным свойствам сельскохозяйственных культур</i>	
Клевер 2-го года пользования	
Горохо-овсяная смесь на зеленый корм	
Озимая пшеница	
Яровое тритикале	
Кормовые корнеплоды	
Горох	

4. Составить мероприятия по защите почв от водной и ветровой эрозии. Заполнить табл. 3.6.

Таблица 3.6

Мероприятия по защите почв от эрозии

Мероприятия	Виды приемов, обеспечивающих защиту почв
<i>Водная эрозия</i>	
1. Профилактические 2. Общие 3. Специальные	

Мероприятия	Виды приемов, обеспечивающих защиту почв
<i>Ветровая эрозия</i>	
1. Профилактические 2. Общие 3. Специальные	

Контрольные вопросы

1. Что такое эрозия почвы? Вред, причиняемый эрозией почв.
2. Виды эрозии почв.
3. Почвозащитные свойства сельскохозяйственных культур.
4. Мероприятия по защите почв от водной эрозии.
5. Мероприятия по защите почв от ветровой эрозии.

Практическая работа № 4

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о государственной системе управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь.

2. Определить, какие законы в области природопользования и охраны окружающей среды регламентируют различные виды хозяйственной и иной деятельности человека.

3. Проанализировать Национальную систему мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.

Основные сведения

Вопрос охраны окружающей среды является одним из активно развивающихся направлений государственной политики Республики Беларусь. Государственная политика в области охраны окружающей среды в соответствии с Конституцией Республики Беларусь направлена на обеспечение прав граждан на благоприятную окружающую среду как основного условия устойчивого социально-экономического развития страны. Для достижения данной цели функционирует целая система органов государственного управления окружающей средой, сформирована достаточно развитая законодательная база и создана Национальная система мониторинга окружающей среды.

Государственная система управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь

Государственные органы власти и управления в области природопользования и охраны окружающей среды подразделяются на органы *общей компетенции*, для которых природоохранная деятельность является лишь одной из многочисленных функций, и органы *специальной компетенции*, на которые возложены функции управления в определенной области.

В рамках *общей компетенции* государственное управление в области природопользования и охраны окружающей среды

осуществляется Президентом Республики Беларусь, Советом Министров Республики Беларусь, местными Советами депутатов, местными исполнительными и распорядительными органами.

Президент Республики Беларусь определяет единую государственную политику; устанавливает порядок предоставления природных ресурсов в пользование; принимает решения об объявлении, преобразовании и прекращении функционирования заповедников, национальных парков; объявляет зоны экологического бедствия.

Совет Министров Республики Беларусь реализует государственную экологическую политику; утверждает государственные программы и определяет меры по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды; осуществляет международное сотрудничество в данной области.

Местные Советы депутатов (областные, районные и городские) утверждают региональные комплексы мероприятий, обеспечивающие реализацию государственных программ рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды; распоряжаются на подведомственной им территории природными ресурсами.

Местные органы государственного управления (областные, районные, городские, поселковые, сельские исполнительные комитеты) формируют и вносят для утверждения в местные Советы депутатов региональные комплексы мероприятий и принимают меры по их реализации; несут ответственность за состояние природной среды и распоряжаются на подведомственной им территории природными ресурсами.

К органам управления *специальной компетенции* относятся Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь, Государственный таможенный комитет Республики Беларусь, Министерство внутренних дел Республики Беларусь, Государственная инспекция охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь является основным государственным органом в области природопользования и охраны окружающей среды. Его главные задачи:

- проведение единой государственной политики в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- осуществление государственного управления в области охраны и рационального использования природных ресурсов;
- координация природоохранной деятельности других республиканских органов государственного управления и юридических лиц;
- контроль в области охраны окружающей среды и природопользования;
- обеспечение экологической и гидрометеорологической информацией, организация пропаганды экологических знаний, участие в создании системы образования и воспитания в области охраны окружающей среды;
- осуществление международного сотрудничества в пределах компетенции.

Государственный комитет по имуществу занимается учетом земель, ведением Государственного земельного кадастра, осуществляет контроль за использованием и охраной земель.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь занимается вопросами гигиены труда, осуществляет контроль качества питьевой воды, продуктов питания и следит за соблюдением санитарных правил содержания улиц, дворов и иных территорий населенных пунктов.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь решает вопросы, связанные с ликвидацией чрезвычайных ситуаций, вызванных стихийными бедствиями, техногенными авариями и катастрофами, радиационным загрязнением, и устранением их последствий.

Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь осуществляет деятельность в области использования, охраны, защиты государственного лесного фонда и воспроизводства лесов, ведет Государственный лесной кадастр.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь занимается вопросами сохранения и повышения

плодородия почв, обеспечения качества продовольственного сырья, осуществляет контроль радиоактивного загрязнения почв сельскохозяйственных земель и сельскохозяйственной продукции.

Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь решает задачи в области качественного питьевого водоснабжения и водоотведения, обращения с твердыми коммунальными отходами, озеленения населенных пунктов.

Государственный таможенный комитет Республики Беларусь выполняет природоохранные функции путем принятия мер по борьбе с незаконным вывозом и ввозом животных и растений (их частей и дериватов), торговля которыми регулируется международными соглашениями, а также с ввозом товаров, представляющих экологическую опасность для человека и окружающей среды.

Министерство внутренних дел Республики Беларусь занимается предупреждением и пресечением экологических правонарушений; оказывает содействие в осуществлении мер по охране и защите от загрязнения природных богатств, борьбе с браконьерством и нарушениями правил охоты и рыболовства; производит регистрацию, учет и надзор за техническим состоянием автотранспортных средств.

Государственная инспекция охраны растительного и животного мира при Президенте Республики Беларусь осуществляет государственный контроль за охраной и использованием диких животных, относящихся к объектам охоты и рыболовства; земель под дикорастущей древесно-кустарниковой растительностью; охраной, защитой, воспроизводством и использованием лесного фонда; ведением рыболовного хозяйства и рыболовством; ведением охотничьего хозяйства и охотой.

Природоохранное законодательство Республики Беларусь

Основой государственного регулирования природопользования является экологическое законодательство, обеспечивающее правовую защиту окружающей среды. Действующее законодательство Республики Беларусь в области природопользования и охраны окружающей среды базируется на *Конституции Республики Беларусь*.

Статья 46 Конституции Республики Беларусь провозглашает право на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, причиненного нарушением этого права. Государство осуществляет контроль рационального использования природных ресурсов

в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды. **Статья 45** Конституции Республики Беларусь гарантирует гражданам Республики Беларусь право на охрану здоровья. В ней подчеркивается, что это право, кроме всего прочего, обеспечивается мерами по оздоровлению окружающей среды. **Статья 34** Конституции Республики Беларусь гарантирует право на получение, хранение и распространение полной, достоверной и своевременной информации о состоянии окружающей среды. **Статья 55** Конституции Республики Беларусь провозглашает охрану окружающей среды и бережное отношение к природным ресурсам долгом каждого. **Статья 13** Конституции Республики Беларусь провозглашает исключительную государственную собственность на недра, воды, леса, земли сельскохозяйственного назначения.

На основе Конституции Республики Беларусь принят ряд законов и кодексов в области охраны окружающей среды и природопользования:

- 1) «Об охране окружающей среды» (от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ);
- 2) «Об охране атмосферного воздуха» (от 16 декабря 2008 г. № 2-3);
- 3) «Об охране озонового слоя» (от 12 ноября 2001 г. № 56-3);
- 4) «О животном мире» (от 10 июля 2007 г. № 257-3);
- 5) «О растительном мире» (от 14 июня 2003 г. № 205-3);
- 6) «Об особо охраняемых природных территориях» (от 15 ноября 2018 г. № 150-3);
- 7) «Об охране и использовании торфяников» (от 18 декабря 2019 г. № 272-3);
- 8) «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» (от 18 июля 2016 г. № 399-3);
- 9) «Об обращении с отходами» (от 20 июля 2007 г. № 271-3);
- 10) «О гидрометеорологической деятельности» (от 9 января 2006 г. № 93-3);
- 11) «Водный кодекс Республики Беларусь» (от 30 апреля 2014 г. № 149-3);
- 12) «Лесной кодекс Республики Беларусь» (от 24 декабря 2015 г. № 332-3);

13) «Кодекс Республики Беларусь о недрах» (от 14 июля 2008 г. № 406-3);

14) «Кодекс Республики Беларусь о земле» (от 23 июля 2008 г. № 425-3).

Ведущее положение в экологическом законодательстве Республики Беларусь занимает закон «*Об охране окружающей среды*», имеющий универсальное значение. Он устанавливает правовые основы охраны окружающей среды, природопользования, сохранения и восстановления биологического разнообразия, природных ресурсов и объектов, направленные на обеспечение права физических лиц на благоприятную окружающую среду и возмещение вреда, причиненного нарушением этого права. Закон включает **112 статей**, объединенных в **19 глав**.

Остальные законы и кодексы отличаются более узкой направленностью и регламентируют, соответственно, механизмы природоохранной деятельности, рациональное использование и охрану отдельных природных ресурсов, решение отдельных проблем и другие вопросы.

Особую группу источников экологического права составляют указы и декреты Президента Республики Беларусь, которые имеют юридическую силу законов.

Природоохранная законодательная база Беларуси постоянно развивается и совершенствуется, что связано с обновлением действующих и принятием новых законодательных актов.

Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь

Мониторинг окружающей среды – система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза ее изменений под воздействием природных и антропогенных факторов.

Основная ***цель мониторинга*** заключается в проведении наблюдений за состоянием окружающей среды и обеспечении государственных органов, юридических лиц и граждан полной, достоверной и своевременной информацией, необходимой для управления в области охраны окружающей среды и природопользования.

Мониторинг окружающей среды в Республике Беларусь проводится в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (сокращенно НСМОС), образованной в 1993 году. НСМОС в настоящее время включает *13 видов* мониторинга (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Схема организации НСМОС Республики Беларусь

Мониторинг земель. Проводятся наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов, в том числе и почвенного покрова, а также за химическим загрязнением. Сеть наблюдений за химическим загрязнением земель включает фоновые территории, не подверженные антропогенной нагрузке (90 пунктов наблюдений); населенные пункты (34 города, 1056 пунктов наблюдений); придорожные полосы автомобильных дорог (22 почвенных профиля, 88 пунктов наблюдений). Определяется содержание нитратов, хлоридов, сульфатов, нефтепродуктов, тяжелых металлов и других загрязняющих веществ.

Мониторинг поверхностных вод. Ведутся наблюдения по гидрохимическим (297 пунктов наблюдений на 160 водных объектах),

гидробиологическим (254 пункта наблюдений на 148 водных объектах) и иным показателям.

Мониторинг подземных вод. Состояние подземных вод оценивается по гидрогеологическим, гидрохимическим и другим показателям. В настоящее время наблюдения проводятся на 101 гидрогеологическом посту по 355 наблюдательным скважинам.

Мониторинг растительного мира включает в себя наблюдения за луговой, лугово-болотной и водной растительностью, за охраняемыми видами, ресурсообразующими видами, защитными древесными насаждениями и инвазивными видами растений.

Мониторинг лесов оценивает их состояние под воздействием вредителей, болезней (118 пунктов наблюдений), антропогенных и природных факторов (366 пунктов наблюдений).

Мониторинг животного мира. Проводятся наблюдения за видами диких животных: включенных в Красную книгу Республики Беларусь; попадающих под действие международных договоров Республики Беларусь; относящихся к объектам рыболовства и охоты, являющимися инвазивными. Данный вид мониторинга включает также наблюдение за средой обитания указанных видов.

Мониторинг атмосферного воздуха оценивает состояние воздушного бассейна в 19 промышленных центрах республики по основным (твердые частицы, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода) и специфическим (формальдегид, аммиак, фенол и др.) показателям. Объектами мониторинга являются атмосферный воздух, атмосферные осадки и снежный покров.

Мониторинг озонового слоя. Проводятся наблюдения за общим содержанием озона в атмосфере и оценка состояния озоносферы. Мониторинг осуществляется на 3 пунктах наблюдений.

Радиационный мониторинг осуществляется с целью наблюдений за естественным радиационным фоном; радиационным фоном в районах воздействия потенциальных источников радиоактивного загрязнения; радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных, подземных вод и почвы на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Определяются суммарная альфа-, бета-активность, мощность дозы гамма-излучения, активность цезия-137, стронция-90 и другие параметры. В настоящее время функционируют 120 пунктов наблюдений радиационного мониторинга.

Геофизический мониторинг. Проводятся наблюдения за сейсмичностью, состоянием геомагнитного и гравитационного полей.

Локальный мониторинг включает наблюдения за состоянием окружающей среды в районах осуществления хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает вредное воздействие. Мониторинг осуществляют 500 природопользователей на 4449 пунктах наблюдений. Объектами наблюдений являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сточные воды, поверхностные, подземные воды и почвы в местах расположения источников их загрязнения.

Комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях. Проводятся наблюдения и оценивается состояние естественных экосистем, отдельных объектов растительного и животного мира, выявляются факторы, оказывающие негативное влияние на природные комплексы особо охраняемых природных территорий.

Комплексный мониторинг торфяников. Осуществляются наблюдения за состоянием торфяников, определяются количественные и качественные характеристики расположенных в их границах земель, поверхностных и подземных вод, растительного и животного мира.

Задания

1. Указать полномочия государственных органов власти в области природопользования и охраны окружающей среды. Сведения представить в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Государственная система управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь

Государственный орган власти	Полномочия в области природопользования и охраны окружающей среды
<i>Общая компетенция</i>	
1.	
2.	
3.	
...	

Окончание таблицы 4.1

Государственный орган власти	Полномочия в области природопользования и охраны окружающей среды
<i>Специальная компетенция</i>	
1.	
2.	
3.	
...	

2. Определить, какие законы в области природопользования и охраны окружающей среды регламентируют различные виды хозяйственной и иной деятельности человека. Результаты занести в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Законодательное регулирование хозяйственной и иной деятельности человека

Вид деятельности	Законы в области природопользования и охраны окружающей среды, регламентирующие данную деятельность
Проектирование, строительство и эксплуатация животноводческих комплексов и ферм	
Ведение лесного хозяйства	
Ведение охотничьего хозяйства и охоты	
Любительское рыболовство и ведение рыболовного хозяйства	
Добыча полезных ископаемых	
Энергетика, машиностроение, химическая и нефтехимическая промышленность	
Промышленное и гражданское строительство	
Эксплуатация холодильного оборудования, систем кондиционирования и средств пожаротушения	

Окончание таблицы 4.2

Вид деятельности	Законы в области природопользования и охраны окружающей среды, регламентирующие данную деятельность
Формирование системы особо охраняемых природных территорий	
Обращение с отходами	
Землепользование	
Водопользование	
Гидрометеорологические наблюдения, составление прогнозов погоды	

3. Проанализировав информацию о Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, заполнить табл. 4.3.

Таблица 4.3

Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь

Вид мониторинга	Содержание мониторинга	Государственные органы и организации, проводящие мониторинг

Контрольные вопросы

1. Какие государственные органы власти отвечают за природоохранную деятельность в Республике Беларусь?
2. Какие задачи в области природопользования и охраны окружающей среды решает Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь?
3. Перечислите основные законы Республики Беларусь в области природопользования и охраны окружающей среды.
4. Что такое мониторинг окружающей среды?
5. Какие виды мониторинга включает Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь?

Практическая работа № 5

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения об отходах, их классификации и способах обращения с ними.
2. Проанализировать основные способы обращения с отходами сельскохозяйственного производства.

Основные сведения

Одной из наиболее серьезных экологических проблем в последнее время является проблема накопления отходов.

Отходы – это вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования, либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства.

В 2023 году на территории Беларуси образовалось около 50 млн т производственных отходов, которые включают более 1400 видов с широким спектром морфологических и химических свойств. Больше всего отходов образуется в ОАО «Беларуськалий». Нынешняя экологическая ситуация, стихийное загрязнение больших территорий разнообразными промышленными и коммунальными, твердыми и жидкими отходами достигло во многих странах угрожающих масштабов. Отходы, попадая в окружающую среду, оказывают на нее неблагоприятное воздействие. Поэтому совершенствование системы *обращения с отходами* в Беларуси, как и во всех развитых странах мира, признается одной из приоритетных и специфических проблем в области охраны окружающей среды.

Под *обращением с отходами* понимается деятельность, связанная с образованием отходов, их сбором, разделением по видам, удалением, перевозкой, заготовкой, использованием, обезвреживанием, захоронением и хранением.

Классификация отходов. Основные способы обращения с отходами

Отходы разделяются по видам в зависимости от:

- 1) происхождения – на отходы производства и отходы потребления;

- 2) агрегатного состояния – на твердые и жидкие отходы;
- 3) степени опасности – на опасные и неопасные отходы;
- 4) возможности их использования – на вторичные материальные ресурсы и иные отходы производства и потребления.

Отходы производства – отходы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности (производства продукции, энергии, оказания услуг).

Отходы потребления – отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, не связанной с осуществлением экономической деятельности, в том числе отходы, образующиеся в потребительских кооперативах и садоводческих товариществах, а также смет на землях общего пользования (опавшие листья, ветки и т. п.).

Неопасные отходы не создают опасности для окружающей среды и здоровья человека.

Опасными признаются отходы, содержащие в своем составе вещества, обладающие каким-либо опасным свойством или их совокупностью, а также присутствующие в таком количестве и виде, что эти отходы самостоятельно либо при вступлении в контакт с другими веществами могут представлять опасность для окружающей среды, здоровья людей и имущества.

Опасные отходы классифицируются по классам опасности:

- 1) первый класс – чрезвычайно опасные;
- 2) второй класс – высокоопасные;
- 3) третий класс – умеренно опасные;
- 4) четвертый класс – малоопасные.

Опасные отходы могут обладать токсичными, инфекционными, взрывоопасными, пожароопасными свойствами, высокой реакционной способностью. Такие отходы образуются преимущественно на предприятиях химического и машиностроительного профиля и при эксплуатации транспорта. К ним относятся отходы гальванических производств, отработанные аккумуляторы, отработанные масла и нефтесодержащие шламы, отходы резинотехнических изделий, отходы лакокрасочных материалов, отработанные органические растворители и иное. Большая часть опасных отходов (около 96 %), образуемых на территории Беларуси, относятся к четвертому классу опасности.

Вторичные материальные ресурсы – отходы, в отношении которых имеется возможность использования.

К основным видам отходов производства в Республике Беларусь относятся:

- галитовые отходы;
- глинисто-солевые шламы;
- отходы минерального происхождения;
- отходы растительного и животного происхождения;
- отходы водоподготовки котельно-теплового хозяйства и питьевой воды, очистки сточных, дождевых вод и использования воды на электростанциях;
- отходы жизнедеятельности населения и подобные им отходы производства;
- отходы химических производств и производств, связанных с ними;
- медицинские отходы.

Галитовые отходы и глинисто-солевые шламы (образуются в процессе производства калийных удобрений) составляют более половины от общей массы образующихся в стране отходов. Наряду с ними наиболее значительные объемы образования отходов приходятся на фосфогипс (отход производства фосфорных удобрений). Без учета галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и фосфогипса в структуре образования отходов преобладают отходы минерального, а также растительного и животного происхождения.

Основными способами обращения с отходами производства являются *использование, обезвреживание, захоронение и хранение*.

Использование отходов (утилизация отходов) – применение отходов для производства продукции (переработка отходов), электрической и тепловой энергии, выполнения работ (оказания услуг).

Обезвреживание отходов – уничтожение отходов (в том числе сжигание отходов, не связанное с их использованием), а также действия, совершаемые с отходами, которые приводят к снижению или ликвидации их опасных свойств.

Захоронение отходов – изоляция отходов на объектах захоронения в целях предотвращения их вредного воздействия на окружающую среду, здоровье людей и имущество.

Хранение отходов – содержание отходов в местах временного хранения и на объектах хранения (долговременное хранение).

В Республике Беларусь доля использованных отходов в общей массе образовавшихся отходов производства изменялась в пределах

30 %–35,4 % в 2019–2021 годах и достигла максимума 45,4 % в 2022 году. Низкий уровень использования отходов производства обусловлен, прежде всего, тем, что в стране почти не используются галитовые отходы и глинисто-солевые шламы. Практически весь их объем направляется на хранение в солеотвалы и шламохранилища.

В настоящее время основными направлениями единой государственной политики Республики Беларусь в области обращения с отходами являются следующие направления (в порядке приоритетности):

- 1) предотвращение образования отходов;
- 2) уменьшение объемов образования отходов;
- 3) переработка отходов;
- 4) применение отходов для производства (выработки) энергии;
- 5) применение отходов для выполнения работ (оказания услуг);
- 6) обезвреживание отходов.

Обращение с отходами сельскохозяйственного производства

Интенсивное развитие сельского хозяйства в Республике Беларусь связано с большим объемом образующихся отходов. К основным отходам сельскохозяйственного производства относятся *отходы растениеводства, животноводства и непригодные пестициды*.

Отходы растениеводства

При выращивании сельскохозяйственных культур образуются значительные объемы растительных отходов в виде соломы, ботвы, стеблей, початков кукурузы, кочерыжек и др. Наибольший объем приходится на солому и стеблевую массу зерновой кукурузы.

В настоящее время существуют различные варианты использования отходов растительного происхождения.

Наиболее рациональным способом утилизации таких отходов является *компостирование*, т. е. процесс переработки органических веществ, основанный на их естественном разложении под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов. Оно осуществляется в автоматизированных (вращающихся) установках или в буртах. Образующийся в результате *компост* является ценным продуктом для внесения в почву в качестве удобрения.

Продуктом переработки различных органических отходов (в том числе и растительных) красными калифорнийскими червями является *вермикомпост*. Технология *вермикомпостирования* основана на способности червей преобразовывать в процессе своей жизнедеятельности

растительные остатки и почву. В организме червей они измельчаются, химически трансформируются, обогащаются некоторыми питательными веществами, ферментами и микроорганизмами.

Еще одним способом использования растительных отходов является их переработка в *кормовые добавки*.

Солому используют *на корм и подстилку скоту, для укрытия буртов и других хозяйственных потребностей*. Она также применяется как *органическое удобрение*, раздельно с жидким или полужидким навозом. Во время уборки зерновых культур ее измельчают, равномерно распределяют по поверхности почвы, вносят жидкий или полужидкий навоз, затем поле дискуют или запахивают. Кроме навоза в качестве дополнительного источника азота можно внести минеральные азотные удобрения. Применяют солому и в сочетании с зеленым удобрением, что позволяет исключить внесение минерального азота. Солома содержит такие ценные компоненты, как целлюлоза, лигнин и др., которые являются энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов и образования гумуса. При ее минерализации в почве высвобождаются почти все необходимые растениям питательные вещества, включая микроэлементы.

Отходы растительного происхождения можно использовать в качестве *альтернативного топлива*. Этот метод является самым простым и дешевым в исполнении, а с учетом дефицита энергоресурсов – самым перспективным в Беларуси. Солома является одним из самых дешевых возобновляемых источников энергии, поэтому в большинстве стран используется в качестве альтернативного топлива. При современном развитии науки и техники наиболее рациональным методом использования соломы является производство *топливных брикетов и пеллет*.

Топливные брикеты – спрессованные изделия цилиндрической, прямоугольной или любой другой формы. В основе технологии производства топливных брикетов из соломы лежит процесс прессования мелко измельченного сырья под высоким давлением при нагревании. При этом связующим элементом является лигнин, который содержится в клетках растений. Топливные брикеты являются экологически чистым продуктом. Они не содержат химических добавок и клеящих веществ, производятся из натуральных, не обработанных никакими химическими препаратами растительных отходов. При сжигании не оказывают негативного

воздействия на окружающую среду, поскольку в них содержится лишь небольшое количество серы. Брикеты хорошо разгораются, отличаются длительным горением (около 40 мин) и тлением (около 2,5 ч).

Другим видом соломенного топлива являются топливные гранулы – *пеллеты*. Для их производства влажность соломы не должна превышать 10 %–12 %, поэтому после сбора солома в тюках должна храниться в закрытых складах без доступа влаги. Такое топливо характеризуется высокой теплотворной способностью.

Растительные отходы используются в качестве *сырья на биогазовых установках*, где происходит их анаэробное сбраживание. Это естественный устойчивый процесс без кислорода, в ходе которого микроорганизмы расщепляют органические вещества на *биогаз* и *высококачественные удобрения*. Биогаз представляет собой смесь метана и углекислого газа, незначительного количества аммиака, водорода, сероводорода и других веществ в зависимости от исходного биосырья и технологии. Он с высокой эффективностью может быть использован в двигателях внутреннего сгорания, для получения тепловой и электрической энергии. Биогазовые установки могут быть размещены в любом регионе страны и не требуют строительства дорогостоящих газопроводов, что приводит к снижению себестоимости продукции, уменьшению экологических платежей за хранение и захоронение отходов. Биогазовые установки являются современным и экологически безопасным источником энергии, способствуют повышению энергобезопасности страны.

Отходы животноводства

К основным отходам животноводства относят навоз, животноводческие стоки и птичий помет. Различают подстилочный (твёрдый) навоз и бесподстилочный. В зависимости от содержания воды бесподстилочный навоз подразделяется на полужидкий (влажность менее 92 %), жидкий (влажность 92 %–97 %) и навозные стоки (влажность более 97 %).

Из отходов животноводства можно получить высококачественные органические удобрения, которым принадлежит главная роль в повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Однако применение в качестве удобрения свежего навоза недопустимо: этот переработанный отход животноводства содержит семена сорных растений, ряд возбудителей инфекционных заболеваний, а также приводит к загрязнению окружающей

среды, в частности, грунтовых вод, нитратами. Для утилизации отходов животноводства применяются различные технологии.

На крупных животноводческих комплексах наиболее широко распространена технология использования бесподстилочного навоза путем *разделения его на твердую и жидкую фракции*. Твердая фракция, которая по удобрительным свойствам близка к подстилочному навозу, используется для приготовления компостов или для непосредственного внесения под сельскохозяйственные культуры. Жидкую фракцию применяют для удобрительного полива.

Жидкая фракция навоза на специальных сооружениях *проходит очистку* до норм сброса в открытые водоемы. Это направление применяется на крупных свиноводческих комплексах с гидросмывной системой навозоудаления.

Переработка отходов животноводства осуществляется также путем *компостирования*. Навоз или помет влажностью до 92 % используют для приготовления компостов с торфом или соломой. Высококачественный компост представляет собой однородную, темную, рассыпчатую массу влажностью не более 75 %, с реакцией среды близкой к нейтральной и с содержанием элементов питания в доступной для растений форме.

Одно из современных направлений биотехнологии, заключающееся в промышленном разведении некоторых форм дождевых червей, получило название *вермикюльтивирование*. Навоз, как и другие органические отходы, является источником их питания и перерабатывается в *вермикомпост*. Наряду с этим происходит прирост биомассы червей, которых используют в качестве *белковой добавки* в рацион сельскохозяйственных животных.

Высушенный навоз может быть использован для получения *топливных гранул*. В этом случае сухая фракция для повышения прочности смешивается с высушенными растительными отходами, что также увеличивает теплотворную способность топливных гранул. Полученная при сгорании зола может применяться в качестве удобрения.

Так же, как и растительные отходы, отходы животноводства в *биогазовых установках* перерабатываются в *биогаз и органические удобрения*. В настоящее время биогазовые технологии являются одним из перспективных направлений возобновляемой энергетики и обеспечивают решение энергетических и экологических задач.

Непригодные пестициды

К непригодным пестицидам относятся:

- пестициды с истекшим сроком годности;
- пестициды, пришедшие в негодность из-за несоблюдения условий хранения и транспортировки, производственного брака и т. п.;
- пестициды, запрещенные к использованию (т. е. пестициды, которые относятся к стойким органическим загрязнителям);
- пестициды, не включенные в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

В настоящее время наиболее распространенными методами *обезвреживания* непригодных пестицидов являются *термические, химические, электрохимические, биологические*. В мировой практике чаще всего используют *термические методы*. *Химические и электрохимические методы* включают в себя различные приемы химического и электрохимического воздействия окислителей и гидролизующих агентов. Однако они отличаются низкой производительностью, значительной энергоемкостью, а также образованием токсичных продуктов неустойчивого строения. *Биологические методы* основаны на способности почвенной микрофлоры ассимилировать многие органические вещества. Однако скорость разложения некоторых веществ может быть очень малой, и не все органические вещества могут служить для микроорганизмов источниками питания.

Еще одним из способов обращения с непригодными пестицидами является их *захоронение*, которое достаточно широко пропагандируется из-за кажущейся простоты исполнения. Однако на практике достаточно сложно найти геологическую среду, позволяющую изолировать такие отходы на длительное время.

В настоящее время на территории Республики Беларусь хранится порядка 9 тысяч тонн непригодных пестицидов, из которых около 5 тысяч – на КУП «Комплекс по переработке и захоронению токсичных промышленных отходов Гомельской области», остальные 4 тысячи – в пяти подземных захоронениях (Верхнедвинское, Поставское, Городокское, Петриковское и Дрибинское). Почти все непригодные пестициды (около 1400 тонн), которые хранились на складах сельскохозяйственных организаций, были переупакованы и вывезены за пределы Беларуси для обезвреживания.

К 2028 году в стране планируется ликвидировать все захоронения непригодных пестицидов.

Задания

1. Изучить классификацию отходов, заполнить табл. 5.1. Выписать основные способы обращения с отходами.

Таблица 5.1

Классификация отходов

Критерий	Виды отходов	Отличительные особенности
1.		
2.		
3.		
4.		

2. Выделить основные способы обращения с отходами сельскохозяйственного производства. Необходимую информацию представить в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Обращение с отходами сельскохозяйственного производства

Вид отходов	Способы обращения
1.	
2.	
3.	

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой отходы?
2. Что означает обращение с отходами?
3. По каким признакам классифицируют отходы?
4. Какие отходы относятся к отходам производства?
5. Укажите основные способы обращения с отходами производства.
6. Перечислите основные варианты использования отходов растениеводства и животноводства.
7. Назовите основные способы обращения с непригодными пестицидами.

Практическая работа № 6

ОБРАЩЕНИЕ С КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о коммунальных отходах.
2. Оценить преимущества и недостатки использования твердых коммунальных отходов (ТКО).
3. Привести доказательства, что захоронение является наименее приоритетным способом обращения с ТКО.

Основные сведения

Коммунальные отходы – все отходы потребления и небольшая часть отходов производства.

Острота проблемы отходов связана с глобальными масштабами их образования. По оценкам международных экспертов, в мире собирается около 1,3 млрд тонн коммунальных отходов в год.

В Республике Беларусь ежегодно образуется около 4 млн тонн твердых коммунальных отходов (ТКО). Основная их часть (73 %) – отходы потребления, образующиеся в домохозяйствах.

По своему морфологическому составу ТКО неоднородны и включают в себя различные компоненты. Он определяется уровнем жизни населения, климатическими условиями, наличием системы раздельного сбора вторичных материальных ресурсов (ВМР), уровнем экологической культуры населения и др. По данным за 2020 г. морфологический состав ТКО в г. Минске был представлен следующими компонентами: органические отходы (32 %), бумага и картон (12 %), полимеры (11 %), стекломой (5 %), текстиль (4 %), древесные отходы (2 %), металлические отходы (1 %) и др.

Основные направления минимизации вредного воздействия ТКО на здоровье человека и окружающую среду, а также рационального использования природных ресурсов определены в Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года.

Обращение с твердыми коммунальными отходами. Использование отходов

Система обращения с ТКО в Республике Беларусь ориентирована на соблюдение принципа приоритетности их использования по отношению к обезвреживанию или захоронению и на вовлечение в гражданский оборот ТКО, относящихся к вторичным материальным ресурсам (ВМР).

Обязательным условием получения ресурсов из отходов является их *раздельный сбор*.

В настоящее время действуют следующие механизмы сбора ВМР из ТКО:

- раздельный сбор отходов от населения путем установки специальных контейнеров для отдельных видов ВМР и их дополнительная сортировка;
- сортировка смешанных коммунальных отходов на мусороперерабатывающих заводах;
- заготовка через систему приемных (заготовительных) пунктов.

Использование ТКО является одним из показателей эффективности государственной политики в сфере обращения с отходами. Если в 2020 году уровень использования ТКО составлял 25 %, то уже в 2023 году – 36 %. В дальнейшем планируется повысить его до 50 % к 2025 году, до 70 % – к 2030 и до 90 % – к 2035 году.

Образовавшиеся коммунальные отходы используются согласно методам, которые можно условно разделить на следующие три группы:

- переработка;
- компостирование;
- сжигание (энергетическое использование).

Переработка – возврат отдельных компонентов ТКО в хозяйственный оборот путем их выделения из общей массы и передачи на использование в качестве сырья и материалов для производства продукции.

В условиях ограниченного количества первичных ресурсов, получаемых из полезных ископаемых, такой метод использования отходов особенно актуален. Пригодными для переработки являются многие компоненты ТКО, например, бумага, стекло, пластмасса, текстиль, металлы и др. (табл. 6.1).

Переработка отдельных компонентов ТКО

Макулатура	Является сырьем для производства новой бумаги и картона, картонной и бумажной упаковки, санитарно-гигиенической бумаги, салфеток, тетрадей. Из отходов бумаги также производят целлюлозную добавку для асфальтобетона, теплоизоляционный материал для домов
Стекло	Используется в производстве новых стеклянных бутылок, банок. Стеклобой применяют для производства строительных материалов, керамической плитки, краски для дорожной разметки
Пластмасса	Получают вторичные полимеры, которые используют для производства новой пластиковой упаковки, пластмассовых изделий для дома, сада и огорода, строительных товаров
Металлические банки	Стальные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла
Текстиль	Идет на производство нетканых материалов (теплоизоляция, утепленный линолеум и т. п.), изготовление канатов, шнура, мешочных тканей, упаковочного материала
Изношенные шины	Перерабатывают в резиновую крошку с изготовлением готовых изделий – резиновых покрытий для спортивных, детских площадок, животноводческих комплексов. Также в республике есть переработка шин путем пиролиза для производства пиролизного топлива и технического углерода
Отработанные масла	Используют путем регенерации с получением маслосодержащих продуктов

Основными достоинствами переработки отходов являются:

- 1) снижение негативного влияния отходов на окружающую среду;
- 2) сохранение природных ресурсов;

- 3) сокращение объемов захоронения отходов;
- 4) обеспечение промышленности более дешевым сырьем;
- 5) создание новых рабочих мест на мусороперерабатывающих предприятиях.

Компостирование – процесс разложения органической части ТКО при помощи различных микроорганизмов.

Органическая часть ТКО включает в себя пищевые отходы (отходы при приготовлении и после потребления пищи, испорченные продукты питания без упаковки), а также древесно-растительные, которые образуются в зеленых зонах, парках, скверах и на приусадебных участках домовладений. Она характеризуется многокомпонентностью состава и содержит такие ценные питательные вещества, как азот, фосфор и калий, которые в процессе минерализации становятся доступными для растений. Это свидетельствует о возможности ее применения в качестве удобрения.

Уровень компостирования органической части ТКО достигает 27 % в Нидерландах, 26 % – в Австрии, 24 % – в Литве, 22 % – в Швейцарии, 18 % – в Германии.

В настоящее время в Беларуси уровень компостирования отходов не превышает 1,5 %. Оно осуществляется на действующих мусороперерабатывающих заводах (отделенная органическая фракция) и на создаваемых площадках в областных центрах и крупных городах (опавшая листва, обрезки растительности, органические отходы от жителей частного сектора). В республике организовано более 100 площадок для компостирования органической части ТКО.

Преимущества компостирования:

- 1) снижение доли органических отходов, вывозимых на полигоны ТКО;
- 2) снижение выбросов парниковых газов от полигонов;
- 3) использование полученного компоста в качестве удобрения.

Недостатки компостирования:

- 1) необходимость отдельного сбора органических отходов;
- 2) использование для переработки только органической части коммунальных отходов;
- 3) не исключено попадание в компост тяжелых металлов и других токсичных соединений из исходного сырья.

Сжигание (энергетическое использование) – использование смешанных ТКО или выделенных из них теплотворных фракций для получения тепловой и (или) электрической энергии.

В настоящее время этот метод использования ТКО получил широкое распространение в западноевропейских странах. Например, в Швеции сжигается 60 % ТКО, в Швейцарии и Бельгии – около 50 %, во Франции – 35 %, в Германии – 30 %.

Энергетическое использование коммунальных отходов в Беларуси начало развиваться за счет производства и применения RDF-топлива.

RDF-топливо (refuse derived fuel) – это топливо, полученное из отходов. Оно представляет собой сухие гранулы из твердых коммунальных отходов, которые имеют высокую теплотворность. В его состав входят такие компоненты, как пластик, бумага, картон, текстиль, резина, кожа, дерево и пр. Такое топливо можно использовать в качестве основного или дополнительного в печах цементных заводов, теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), металлургических печах.

В настоящее время объем RDF-топлива, производимого из твердых коммунальных отходов в Европейском союзе (ЕС), составляет более 3 млн тонн в год. Наиболее активно оно используется в Бельгии, Нидерландах, Финляндии, Италии, Швеции, Германии. Опыт стран ЕС показывает, что RDF-топливом может быть замещено до 70 % основного технологического топлива, расходуемого цементными заводами. В нашей стране RDF-топливо уже производится на КПУП «Гродненский завод по утилизации и механической сортировке отходов». В ближайшее время около полигона «Тростенецкий» будет введен в эксплуатацию объект по сортировке и использованию всех ТКО г. Минска, где будет налажено, в том числе, и производство RDF-топлива.

В целом, сжигание (энергетическое использование) отходов имеет ряд преимуществ:

- 1) значительное сокращение (примерно в 10 раз) объема отходов;
- 2) возможность сжигания отходов без предварительной сортировки;
- 3) существенное снижение объема отходов, удаляемых на полигоны для захоронения;
- 4) уничтожение патогенных микроорганизмов, вирусов и бактерий;
- 5) получение тепловой и электрической энергии.

Однако у данного метода имеются и негативные стороны:

- 1) высокие затраты на строительство и эксплуатацию мусоро-сжигательных заводов (метод дорогостоящий);
- 2) выбросы таких загрязняющих веществ, как углекислый газ, диоксид серы, оксиды азота, диоксины, фураны, тяжелые металлы, а также других соединений, которые могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду;
- 3) образование золы, которая в зависимости от состава сжигаемых отходов может содержать токсичные вещества, что усложняет ее безопасное захоронение;
- 4) потеря ряда потенциально ценных компонентов (например, металлов, стекла, пластика), которые могли бы использоваться в качестве вторичного сырья;
- 5) существует вероятность попадания опасных отходов в состав RDF-топлива (ртутьсодержащих ламп, батареек, лекарственных препаратов и др.).

Обезвреживание и захоронение коммунальных отходов

Обезвреживание отходов может осуществляться только в случае отсутствия объектов по их использованию или при экономической нецелесообразности такого использования. Обезвреживание можно производить механическими, термическими, физико-химическими, биологическими и комбинированными методами.

В Беларуси обезвреживают ртутьсодержащие лампы, термометры, просроченные лекарственные препараты. Для сбора таких отходов установлены специальные контейнеры в крупных торговых центрах, поликлиниках, аптеках.

В настоящее время основная часть ТКО в Республике Беларусь поступает на *захоронение*.

Объекты захоронения ТКО (полигоны ТКО) служат для приема твердых отходов от жилых домов, общественных зданий и сооружений, предприятий торговли, общественного питания, уличного садово-паркового смета, а также некоторых видов твердых отходов производства (неопасных и 3–4-го классов опасности). В настоящее время на территории Беларуси насчитывается около 150 таких полигонов.

На полигонах ТКО должен предусматриваться комплекс мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среды отходами, продуктами их взаимодействия или разложения как

в период эксплуатации этих объектов, так и после их вывода из эксплуатации. Средний срок эксплуатации полигона составляет не менее 15–20 лет.

Для размещения объектов захоронения ТКО используются естественные и искусственные углубления рельефа местности с водонепроницаемым основанием (противофильтрационным экраном). По периметру зоны захоронения устраиваются кольцевой канал и кольцевой вал. Помимо этого, полигоны должны быть оборудованы водоотводными канавами (рвами) для перехвата дождевых и паводковых вод по границе участка с целью защиты от стоков поверхностных вод.

Объекты захоронения отходов состоят из производственной и хозяйственной зон. В производственной зоне размещаются участки для складирования и захоронения отходов, в хозяйственной – бытовые и производственные сооружения для обслуживающего персонала.

Производственная зона является самым важным сооружением полигона, занимающим до 95 % его площади. Она состоит из отдельных площадок (карт), на которых происходит захоронение отходов. Участок захоронения отходов на полигонах обычно разбит на 2–4 карты. Не все карты эксплуатируются одновременно. Сначала происходит захоронение отходов на первой карте, заполнение ее до определенного уровня, потом уплотнение и изоляция отходов инертным материалом (грунт), отстаивание карты. После того как она полностью себя исчерпает, переходят к эксплуатации второй и т. д. Анализ эксплуатации полигонов показывает, что в среднем каждая карта принимает отходы для захоронения в течение 3–5 лет.

Все полигоны ТКО отходов обязаны проводить мониторинг подземных вод. Для проведения наблюдений за физико-химическими и биологическими показателями их качества должно предусматриваться устройство сети пунктов наблюдений локального мониторинга.

Захоронение ТКО имеет свои *преимущества и недостатки*.

Преимущества заключаются в относительно низких финансовых затратах (полигоны ТКО не требуют дорогостоящего оборудования), а также отсутствии необходимости разделения отходов по видам.

Процессы, протекающие в толще ТКО на полигонах, приводят к образованию свалочного газа (биогаза), который является конечным

продуктом микробиологического разложения отходов (растительных и пищевых остатков, бумаги, древесины и др.). В Беларуси на нескольких полигонах ТКО действуют установки по получению биогаза, который используется для производства тепловой и электрической энергии.

Недостатков захоронения отходов значительно больше. Полигоны ТКО, построенные без соблюдения природоохранных требований, являются объектами высокого экологического риска.

При разложении ТКО образуются различные соединения, в том числе токсичные, которые, мигрируя в окружающую среду, отрицательно воздействуют на ее компоненты.

Серьезную угрозу представляет *неконтролируемое выделение биогаза* на полигонах ТКО. Метан и диоксид углерода, составляющие его основу, являются парниковыми газами, оказывающими влияние на изменение климата. При образовании свалочного газа могут также формироваться взрыво- и пожароопасные условия, как на самих полигонах, так и в зданиях и сооружениях, расположенных вблизи них. Накопление биогаза в толще полигона зачастую вызывает самовозгорание ТКО. При воспламенении полигона помимо диоксида углерода, угарного газа образуются и продукты горения пластмасс – диоксины, фураны и другие токсичные соединения. При горении отходов также может выделяться бензопирен, являющийся активным клеточным ядом. Накопление и миграция биогаза в почве приводит к затруднению дыхания корневой системы растений, а затем и к полному подавлению их жизнедеятельности.

У основания полигона концентрируется *фильтрат* – сточные воды, возникающие в результате инфильтрации атмосферных осадков. В процессе просачивания через толщу отходов он обогащается токсичными веществами, входящими в их состав или являющимися продуктами их разложения (тяжелыми металлами, органическими и неорганическими соединениями). На полигонах ТКО, не имеющих противофильтрационного экрана, систем отвода и очистки сточных вод, фильтрат попадает в почву, грунтовые и подземные воды. Это приводит к значительному загрязнению окружающей среды не только вредными органическими и неорганическими соединениями, но и яйцами гельминтов, патогенными микроорганизмами и др.

Полигоны ТКО представляют также значительную *санитарную опасность*, так как являются благоприятной средой для развития паразитической фауны, патогенной микрофлоры, способной вызывать брюшной тиф, дизентерию, туберкулез и т. д. Они служат местом размножения переносчиков инфекционных заболеваний (грызунов и мух). Переносу возбудителей заболеваний с полигонов ТКО на жилые территории способствуют и крупные птицы, в первую очередь, вороны.

Образование и длительное существование полигонов привело к тому, что они стали *основным местом укрытия, размножения и источником пищи отдельных видов млекопитающих и птиц*. Такие виды, как чайки, ласточки, лисы и ласки существенно расширили свой пищевой рацион за счет полигонов. За достаточно короткое время они выработали адаптации для питания эволюционно нехарактерными для них видами корма.

Полигоны ТКО являются также *источниками неприятных запахов*. При сильном ветре часть легких отходов (бумага, пленка из синтетических материалов, картон и др.) может загрязнять значительную площадь вблизи полигона.

Рост объемов отходов приводит к *расширению площадей, отводимых под полигоны ТКО и изменению ландшафта*. Коммунальные службы несут *большие транспортные расходы* на перевозку отходов, поскольку объекты захоронения, как правило, располагаются далеко от населенных пунктов.

Таким образом, на протяжении всего жизненного цикла полигоны ТКО являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды.

Задания

1. Выделить преимущества и недостатки использования твердых коммунальных отходов (ТКО). Информацию представить в виде табл. 6.2.

Таблица 6.2

Использование ТКО

Метод	Преимущества	Недостатки
Переработка – ...		
Компостирование – ...		

Метод	Преимущества	Недостатки
Сжигание (энергетическое использование) – ...		

2. Привести недостатки и преимущества захоронения ТКО и оценить влияние полигонов на окружающую среду. Заполнить табл. 6.3.

Таблица 6.3

Захоронение ТКО

Недостатки	Преимущества

3. Просмотреть серию видеороликов «Лучшие отходы 99: история и современные подходы к переработке».



Контрольные вопросы

1. Что представляют собой коммунальные отходы?
2. Назовите основные способы обращения с ТКО.
3. Какие методы использования коммунальных отходов применяются в Республике Беларусь?
4. Укажите преимущества и недостатки использования ТКО.
5. Какое влияние на окружающую среду оказывают полигоны ТКО?

Практическая работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЕМОВ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о классификации средств защиты растений, научиться пользоваться Государственным реестром средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.
2. Усвоить общие теоретические сведения о негативном влиянии пестицидов на окружающую среду и здоровье человека, о принципах интегрированной системы защиты растений.
3. Приобрести практические навыки разработки мероприятий по защите человека и объектов окружающей среды от вредного воздействия пестицидов.

Основные сведения

Защита растений от вредных организмов является исключительно актуальной проблемой повышения урожайности сельскохозяйственных культур. По оценкам ФАО, потери только из-за болезней и вредителей составляют 35 % потенциального урожая мира. Природно-климатические условия Беларуси благоприятны для распространения и развития более 65 опасных видов вредителей, 100 видов болезней и 300 видов сорных растений. В связи с изменением климата в условиях теплых зим вредоносность болезней повышается, наблюдаются рост новых болезней и появление новых вредителей сельскохозяйственных растений.

Химическая защита растений основана на применении в борьбе с вредными организмами химических веществ – пестицидов, соответствующих требованиям по токсичности для определенных вредных организмов; безвредности для защищаемых растений, человека и животных; универсальности применения; стандартности; транспортабельности и доступности.

Ведущие мировые потребители пестицидов – Северная и Южная Америка (51 %) и Азия (28 %). В 2021 году крупнейшими в мире потребителями явились: Бразилия – 720 тыс. т или 20 % от мирового потребления; США – 457 тыс. т или 13 %; Индонезия –

283 тыс. т или 8 %; Китай – 245 тыс. т или 7 %, Аргентина 242 тыс. т или 7 %. В Республике Беларусь в 2021 году внесено 10,9 тыс. т (0,3 %) пестицидов.

Классификация химических средств защиты растений

Пестициды (лат. *pestis* – зараза и *caedo* – убивать, дословный перевод – вредоубивающие средства) – химические, биологические, технические и другие средства, применяемые для предупреждения проникновения и распространения вредных организмов, уничтожения или снижения их численности либо уменьшения их вредного воздействия на растения и (или) растительную продукцию.

Существующая классификация пестицидов, или средств защиты растений (СЗР) объединяет пестициды в группы в зависимости от целевого назначения.

- ***Инсектициды*** (от лат. *insectum* – насекомое) и ***акарициды*** (от лат. *acarus* – клещ) применяются для защиты растений от вредных насекомых и клещей.

- ***Фунгициды*** (от лат. *fungus* – гриб) применяются в борьбе с болезнями грибного и бактериального происхождения.

- ***Гербициды*** (от лат. *herba* – трава) – химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве в борьбе с сорняками.

- ***Препараты для борьбы с вредителями запасов.***

- ***Препараты для предпосевной обработки семян (протравители семян)*** с целью предохранения их от вредителей и болезней.

- ***Десиканты*** – химические вещества, вызывающие подсушивание растений на корню с целью ускорения их созревания и создания благоприятных условий для механизированной уборки.

- ***Биопрепараты (биопестициды)*** – это СЗР, производимые на основе живых организмов и продуктов их жизнедеятельности (грибов, бактерий, вирусов).

- ***Родентициды*** – препараты, предназначенные для уничтожения грызунов (мышей, крыс и других).

- ***Моллюскоциды*** – препараты, предназначенные для уничтожения моллюсков (улиток и слизней).

- ***Нематициды (нематоциды)*** (от лат. *nematodes* – круглые черви) применяются для борьбы с вредными микроскопическими растительноядными червями – нематодами.

- ***Феромоны*** – это биологические сигнальные вещества, с помощью которых коммуницируют животные одного вида, в частности,

насекомые-вредители. В сельском хозяйстве используются синтетические копии феромонов для мониторинга и борьбы с насекомыми-вредителями (массовый отлов самцов и дезориентация насекомых).

- **Репелленты** – это вещества природного или синтетического происхождения, которые предназначены для отпугивания вредителей (мышевидных грызунов, птиц).

- **Регуляторы роста растений** – вещества, которые влияют на рост и развитие растений. По типу действия регуляторы роста делятся на *стимуляторы* – ускоряют рост и развитие растений за счет активного деления клеток, и *ингибиторы (ретарданты)* – тормозят рост и развитие.

- **Биотехнические средства** – садовая побелка и краска, вар садовый, шашка серная и др.

Для защиты сельскохозяйственных культур используются пестициды из последнего издания «Государственного реестра средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь». Периодичность издания реестра – один раз в три года, дополнения к нему публикуются по мере необходимости.

Форма записи средства защиты растений в Государственном реестре:

ГИГАНТ, РП (ацетамиприд, 200 г/кг), Уилловуд Лтд., Китай, (Р), (П-3), где

- ГИГАНТ – торговое название препарата;
- РП – препаративная форма (приложение 1);
- (ацетамиприд, 200 г/кг) – действующее вещество и его содержание в единице массы или объема препарата;
- Уилловуд Лтд., Китай – заявитель и страна заявителя;
- (Р) – означает запрещение использования препарата в водоохранной зоне поверхностных водных объектов рыбохозяйственного значения;
- (П-3) – класс опасности для пчел в полевых условиях.

В перечне зарегистрированных СЗР по каждому препарату приводится: норма расхода (л/га, кг/га); культура либо обрабатываемые объекты; вредный организм; способ и время обработки, ограничения; срок последней обработки (в днях до сбора урожая); кратность обработок.

Рекомендуемая последовательность выбора пестицида состоит в следующем:

- рассмотреть возможность использования для ограничения численности вредных организмов, в первую очередь, биологических препаратов;
- минимальное использование химических СЗР;
- выбор пестицидов более низких классов токсичности;
- применение минимально необходимых доз препаратов для достижения положительных результатов;
- выбор наиболее экологически безопасных и экономичных методов обработки;
- выбор пестицидов с учетом сроков последней обработки до сбора урожая и кратности обработок;
- избегать непрерывного применения одних и тех же СЗР, чтобы исключить выработку устойчивости к ним у вредных организмов.

На 05.06.2024 г. в Беларуси зарегистрировано 1056 наименований СЗР отечественного и зарубежного производств: 376 гербицидов, 214 фунгицидов, 124 инсектицида и акарицида, 108 препаратов для предпосевной обработки семян, 85 регуляторов роста растений, 42 биопрепарата и др.

Влияние пестицидов на окружающую среду и здоровье человека. Интегрированная система защиты растений

Без использования СЗР невозможно получить достаточно высокого урожая, но, с другой стороны, имеется большое количество информации о негативном влиянии химических средств защиты растений (ХСЗР) на окружающую среду и здоровье человека.

Наибольшую опасность для живых организмов представляют инсектициды. Эти пестициды могут мигрировать по трофическим цепям, и в результате разнообразных превращений образовывать вещества более токсичные, чем исходные. Фунгициды оказывают существенное влияние на численность и активность почвенной микрофлоры и количество грибов.

Кроме того, большое количество ядохимикатов, использовавшихся в республике в 90-е годы прошлого века, являются стойкими органическими загрязнителями (СОЗ), токсичными для человека, вызывающими различные заболевания, аллергические реакции, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами (ДДТ,

гранозан и др.). Такие пестициды запрещены к применению Стокгольмской конвенцией о стойких органических загрязнителях (2001 г.), к которой Беларусь присоединилась в 2003 году. В республике СОЗ не используются после 2005 г. и подлежат ликвидации согласно международным договоренностям. В настоящее время на территории Беларуси осталось около 9 тыс. т непригодных пестицидов, из них около 5 тыс. т хранится на КУП «Комплекс по переработке и захоронению токсичных промышленных отходов Гомельской области» и 4 тыс. т находятся в переупакованном виде в пяти подземных захоронениях.

Большинство пестицидов – кумулятивные яды. Токсичность пестицидов сравнивают сопоставлением минимальных доз, вызывающих смертность 50 % подопытной группы организмов; эти дозы обозначают символом ЛД₅₀.

В Государственном реестре средств защиты растений применяется классификация пестицидов по классу их опасности. Согласно этой классификации все пестициды по степени воздействия на организм при введении в желудок подразделяются на четыре класса опасности:

- чрезвычайно опасные – ЛД₅₀ менее 15 мг/кг;
- высокоопасные – ЛД₅₀ 15–150 мг/кг;
- умеренно опасные – ЛД₅₀ 151–5000 мг/кг;
- малоопасные – ЛД₅₀ более 5000 мг/кг.

Только около 1 % вносимых ядохимикатов имеет непосредственный контакт с теми видами организмов, против которых они применяются, остальная их часть попадает в различные звенья окружающей среды, вызывая следующие негативные последствия:

- остаточные количества пестицидов аккумулируются и биоцентрируются в пищевых (трофических) цепях, создавая угрозу здоровью человека;
- имеет место вынос остаточных количеств пестицидов за пределы обрабатываемой территории и загрязнение ими растений, почвы, воды, воздуха;
- уничтожаются или подавляются полезные организмы (хищники и паразиты), способные регулировать численность вредных видов, а также насекомые-опылители (пчелы, шмели), гибнут дикие животные (млекопитающие, птицы, рыбы и др.);

- возможно появление устойчивых (резистентных) к используемым пестицидам форм насекомых, клещей, грибов, сорняков;
- пестициды угнетают процесс нитрификации, вызывают изменение состава почвы и при интенсивном использовании – снижение ее плодородия вплоть до полной стерилизации;
- подавляют жизнедеятельность полезной почвенной микрофлоры, в результате чего возникает химическое уплотнение почвы, гербициды способны усиливать эрозию почвы;
- действуют на генетические системы сельскохозяйственных культур, вызывая различные мутации, что может привести к преждевременному вырождению сортов;
- способны снижать полевую всхожесть семян, рост и развитие растений, многие нарушают процесс фотосинтеза, оказывают отрицательное влияние на симбиоз высших растений с клубеньковыми бактериями и др.

Наиболее приемлемым, с точки зрения экологии, методом защиты сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков является *интегрированная система защиты растений* – комплекс агротехнических, химических, биологических, селекционно-генетических, карантинных и других методов с учетом особенностей возделываемых культур и конкретных почвенно-климатических условий.

Агротехнический метод. Возделывание устойчивых сортов, создание неблагоприятных условий для развития вредных организмов путем изменений срока сева, норм высева, систем обработки почвы, внесения удобрений, выбор определенных предшественников, соблюдение условий хранения семян, клубней и др. Является основным методом, обеспечивающим оптимизацию фитосанитарного состояния посевов.

Химический метод. Разумное использование пестицидов с учетом экономического порога вредоносности для каждого вида вредного организма, которое не предполагает полного уничтожения вредителей и сорняков, а ставит целью поддержание их численности на таком уровне, который не приводит к ощутимым экономическим потерям.

Чередование препаратов из различных классов соединений во избежание привыкания к ним вредных организмов, а также накопления препаратов в объектах окружающей среды; строгое соблюдение

регламентов применения ХСЗР (нормы расхода, сроки и кратности обработок); использование рекомендованного ассортимента пестицидов в разрезе каждой защищаемой культуры; рационализация приемов применения пестицидов (краевые обработки, малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание и др.). Совершенствование конструкции машин для внесения пестицидов. В определенных условиях допускается использование для проведения пестицидных обработок легких малогабаритных самолетов и моторных дельтапланов.

Биологический метод. Использование в борьбе с вредителями, сорняками и болезнями сельскохозяйственных культур других организмов (энтомофаги, антагонисты) или же вырабатываемых ими биологически активных веществ (антибиотики, гормоны, аттрактанты). Разработка и применение биопрепаратов (биопестицидов) в борьбе с вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур, для которых используется ряд бактерий, грибов и вирусов. Фитогербициды (биогербициды) – фитотоксины растений, применяемые для борьбы с сорняками. Биологические средства защиты гораздо менее опасны, чем пестициды, но и они могут нарушить равновесие в агробиоценозе, поэтому применение их должно быть строго регламентировано.

Соблюдение научно обоснованного севооборота; выращивание культур, конкурентоспособных в борьбе с сорняками (озимые зерновые, озимый рапс, редька масличная и др.); применение в борьбе с вредителями различных ловушек; учет фитонцидных свойств различных культур (аллелопатия); применение против вредителей и болезней различных растительных экстрактов, настоев из вегетативных органов разных растений; возделывание в посевах овощных репеллентных культур (шалфей, чеснок и др.) и др.

Селекционно-генетический метод направлен на выведение сортов, устойчивых к болезням, вредителям, полеганию. Выведены и используются сорта картофеля, устойчивые к картофельной нематоды, фитофторе, вирусным болезням; зерновых культур – к снежной плесени, корневым гнилям и т. п.

Мероприятия по защите человека и объектов окружающей среды от вредного воздействия пестицидов

На территории Республики Беларусь возможны ввоз, хранение и применение только тех пестицидов, которые прошли санитарно-гигиеническую экспертизу в установленном законодательством

Республики Беларусь порядке, имеют удостоверение о государственной регистрации Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и включены в Государственный реестр средств защиты растений, разрешенных к применению на территории нашей республики.

Работники, непосредственно участвующие в организации и выполнении работ по применению, перевозке и хранению пестицидов, проходят специальное гигиеническое обучение и профессиональную подготовку, а также обязательные медицинские осмотры в установленном законодательством Республики Беларусь порядке. За организацию проведения гигиенического обучения и воспитания и медицинских осмотров работников несет ответственность руководитель предприятия.

Работа с пестицидами осуществляется с использованием соответствующих средств индивидуальной защиты (СИЗ), указанных в тарной этикетке и (или) рекомендациях по применению конкретных видов СЗР.

К работам с использованием пестицидов, а также на обработанные пестицидами площади, не допускаются дети и подростки, женщины детородного возраста. Запрещается применение труда женщин до 35 лет при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов, операций, связанных с применением пестицидов в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве и звероводстве. Не допускается использование труда женщин на любых работах в контакте с пестицидами в период беременности и грудного вскармливания ребенка.

Продолжительность рабочего дня при работе с пестицидами определяется в соответствии с законодательством о труде. В дни работы с пестицидами персонал получает в профилактических целях молоко или равноценные пищевые продукты.

Во время выполнения производственных операций на рабочих местах запрещено употреблять алкогольные напитки, курить (потреблять) табачные изделия, снимать СИЗ, принимать пищу. В перерывах для еды и курения спецодежда должна сниматься, а руки следует вымыть с мылом. После окончания трудового дня одежда тщательно вытряхивается и один раз в десять дней стирается.

Протравливание семян и посадочного материала осуществляется в сельскохозяйственных организациях на открытом воздухе или

в специальных помещениях (пункты протравливания) в соответствии с требованиями Санитарных норм и правил. Запрещается протравливание семян и посадочного материала путем ручного перелопачивания и перемешивания. Процесс протравливания семян должен быть полностью механизирован. Не допускается хранение протравленных семян и посадочного материала совместно с продовольственным и фуражным зерном. При хранении, погрузке (выгрузке), транспортировке и севе протравленных семян и посадочного материала необходимо соблюдать такие же меры предосторожности, как и при работе с пестицидами.

Заблаговременно, до начала проведения химобработок, все окрестное население оповещается об их местах и сроках. На границе участков, обработанных пестицидами, должны быть выставлены единые знаки безопасности с надписью «Обработано пестицидами» на расстоянии в пределах видимости от одного знака до другого, которые должны контрастно выделяться на окружающем фоне и находиться в поле зрения людей, для которых они предназначены. Знаки убираются только после окончания срока ожидания до уборки урожая и срока ожидания до выхода людей на обрабатываемые участки.

Обработка с использованием вентиляторных и штанговых тракторных опрыскивателей должна проводиться при благоприятных метеорологических условиях и обеспечении безопасных условий труда: скорости ветра не более 4 м/с, относительной влажности воздуха не менее 40 % и не более 80 % и при температуре воздуха, указанной в рекомендациях по применению конкретных СЗР. При наземном опрыскивании пестицидами санитарные разрывы от населенных пунктов, источников питьевого и санитарно-бытового водопользования, мест отдыха населения и мест проведения ручных работ по уходу за сельскохозяйственными культурами должны составлять не менее 50 м. При внесении пестицидов движение агрегатов должно осуществляться против ветра.

Работа с пестицидами должна проводиться в ранние утренние (до 10 часов) и вечерние (после 18 часов) часы с использованием СИЗ кожных покровов и органов дыхания, указанных в рекомендациях по применению.

Запрещается применение химических средств для обработки культур, употребляемых в пищу в виду зелени (лук, укроп, салат, петрушка, зеленый горошек и др.), кроме обработки семян и почвы до всходов.

В целях обеспечения безопасности продукции пчеловодства обработку участков следует проводить в поздние часы путем опрыскивания наземной аппаратурой. После предварительного оповещения (за 4–5 суток) через средства массовой информации о сроках, зоне и характере действия запланированных к использованию пестицидов, собственник (владелец) пасеки должен вывезти ульи не менее чем на 5 км от обрабатываемых участков или изолировать пчел на срок, указанный в Государственном реестре.

Использование авиации при проведении работ по защите сельскохозяйственных культур допускается только в случаях отсутствия возможности применения наземной техники или необходимости проведения обработок в сжатые сроки на больших площадях. При авиаобработке пестицидами должны соблюдаться следующие санитарные разрывы:

- от населенных пунктов – 1 км;

- от рыбохозяйственных водоемов, источников хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, скотных дворов, птицеферм, территории государственных заповедников, природных (национальных) парков, заказников – 2 км;

- от мест постоянного размещения медоносных пасек – 5 км;

- от мест выполнения других сельскохозяйственных работ, а также от участков под посевами сельскохозяйственных культур, идущих в пищу без тепловой обработки (лук на перо, петрушка, сельдерей, щавель, горох, укроп, томаты, огурцы, плодово-ягодные культуры и другое), – 2 км.

В санитарной зоне рыбохозяйственных водоемов (не менее 2 км от берегов) и на расстоянии менее 300 м от поверхностных водоемов, не имеющих рыбохозяйственного значения, не допускается: размещение складов для хранения пестицидов, устройство площадок для протравливания семян, приготовления отравленных приманок, рабочих растворов и заправки ими машин и оборудования, размещение площадок для обезвреживания техники и тары из-под СЗР, взлетно-посадочных площадок.

Постоянное хранение пестицидов допускается в специально предназначенных для этих целей помещениях (стационарных складах), временное хранение – на сезонных складах для проведения весенне-осенних полевых работ, которые должны содержаться в чистоте и своевременно ремонтироваться.

Задания

1. Подобрать СЗР из Государственного реестра средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, против определенного вредного организма (выдается преподавателем). Сделать вывод о целесообразности их использования. Результаты оформить в виде табл. 7.1.

Таблица 7.1

Определение наиболее экологически безопасного пестицида

Культура _____

Вредный организм	Название препарата, препаративная форма	Класс опасности	Норма расхода, л/га, кг/га	Способ и время обработки, ограничения	Срок последней обработки, дн.	Кратность обработок
Вывод:						

2. Дать характеристику различных методов интегрированной системы защиты растений и сделать общий вывод об их использовании. Заполнить табл. 7.2.

Таблица 7.2

Интегрированная система защиты растений

Метод	Характеристика
Агротехнический	
Химический	
Биологический	
Селекционно-генетический	
Вывод:	

3. Разработать мероприятия по защите человека и объектов окружающей среды от вредного воздействия пестицидов. Заполнить табл. 7.3.

Таблица 7.3

Мероприятия по защите человека и объектов окружающей среды от вредного воздействия пестицидов

Объект	Мероприятия по защите
1. Персонал, занятый на работе с пестицидами: а) критерии допуска к работе с СЗР, б) во время проведения работ	
2. Частный сектор, местное население	
3. Полезные насекомые (пчелы)	
4. Лес, охраняемые природные территории	
5. Водоемы	

Контрольные вопросы

1. Что такое пестициды?
2. Классификация пестицидов по целевому назначению.
3. Что представляет собой интегрированная система защиты растений?
4. Перечислите мероприятия по снижению отрицательного воздействия пестицидов на окружающую среду.
5. Назовите требования, предъявляемые к авиаобработке пестицидами.

Практическая работа № 8

ИЗУЧЕНИЕ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о поступлении радионуклидов в организм человека и пределах допустимого воздействия радиационного фона.
2. Приобрести практические навыки использования при возделывании сельскохозяйственных культур агротехнических приемов, ограничивающих поступление радионуклидов в растения.

Основные сведения

26 апреля 1986 года произошла катастрофа на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). Ее последствия затронули многие страны Европы, но в наибольшей степени пострадала Беларусь.

После аварии на ЧАЭС на территорию республики был выброшен практически весь спектр радионуклидов, которые накопились в реакторе к моменту взрыва, в том числе: йод-131 (период полураспада – 8 дней), цезий-134 (период полураспада – 2 года), цезий-137 (период полураспада – 30 лет), стронций-90 (период полураспада – 28–29 лет).

В итоге радиоактивному загрязнению подверглось 46 тыс. км² территории Беларуси (22 % от общей площади страны), в том числе 19 тыс. км² сельскохозяйственных земель и 20 тыс. км² лесов. Из сельскохозяйственного оборота было полностью выведено 2,64 тыс. км² сельхозугодий. Ликвидировано 54 колхоза и совхоза, закрыто 9 предприятий АПК. Учитывая масштабность и тяжесть последствий катастрофы на ЧАЭС, Верховный Совет Беларуси в июле 1990 года объявил территорию республики зоной экологического бедствия.

За послеаварийный период площадь загрязненной территории республики по цезию-137 уменьшилась почти в два раза и в настоящее время составляет около 25,5 тыс. км², или 12 % общей площади страны. По состоянию на 1 января 2024 года территория лесного фонда, отнесенная к зонам радиоактивного загрязнения, составляет 1497,7 тыс. га, или 15,4 % от общей площади. Постепенно снижается доза внешнего облучения населения в связи

с распадом цезия-137. Однако обстановка продолжает оставаться напряженной на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Из всех выпавших в Беларуси радионуклидов на долю цезия-137 пришлось более 30 %, стронция-90 – 73 % и изотопов плутония – 97 %.

Из-за метеорологических условий загрязнение территории Беларуси не было равномерным. Было выделено несколько основных пятен. Первое – 30-километровая зона вокруг станции с чрезвычайно высоким уровнем загрязнения почвы цезием-137. Затем так называемый северо-западный след, к которому относятся южная и юго-западная часть Гомельской области, центральные части Брестской, Гродненской и Минской областей с существенно более низким уровнем загрязнения. Третье пятно находилось на севере Гомельской и центральной части Могилевской областей.

Сразу после аварии было принято решение об эвакуации населения с территории, где мощность экспозиционной дозы превышала 25 мР/ч (территория приблизительно в радиусе 10 км от ЧАЭС). Было переселено на чистые территории около 138 тыс. человек, более 200 тыс. уехали самостоятельно. С лица земли исчезло 479 населенных пунктов. В настоящее время в зоне радиоактивного загрязнения находится 2114 населенных пунктов, в которых проживают 1121,4 тыс. человек.

Прежде чем радионуклид будет выведен естественным образом в результате цепочки полураспадов, должно пройти не менее 10 периодов полураспада, т. е. 300 лет. С 1986 г. прошел только один такой период. Это означает, что в Беларуси сменится по крайней мере 4 поколения, пока страна полностью избавится от этого радионуклида.

Однако возвращение загрязненных территорий в хозяйственный оборот должно произойти раньше, т. к. государственная стратегия освоения земель, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, основывается на их постепенном вовлечении в эксплуатацию по мере снижения плотности радиационного загрязнения до уровня, признаваемого относительно безопасным для человека.

Поступление радионуклидов в организм человека и пределы допустимого воздействия радиационного фона

Избежать облучения ионизирующим излучением невозможно. Жизнь на Земле возникла и продолжает развиваться в условиях

постоянного облучения. Радиационный фон Земли складывается из трех компонентов:

- 1) космическое излучение;
- 2) излучение от природных радионуклидов, рассеянных в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды;
- 3) излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов.

До аварии на Чернобыльской АЭС величина естественного радиационного фона (космическое излучение и земные радионуклиды) по уровню экспозиционной дозы излучения на территории республики колебалась в зависимости от пункта измерения от 2 до 12 мкР/ч. В настоящее время нормой считается уровень экспозиционной дозы от 10 до 20 мкР/ч (1 мкР/ч = 0,01 мкЗв/ч) (табл. 8.1). Такой радиационный фон соответствует содержанию гамма-излучающих изотопов в почвах на уровне 0,05–0,5 Ки/км².

Таблица 8.1

Структура годовой эффективной дозы от естественной радиоактивности

Источник излучения	Годовая эффективная доза, мЗв*		
	внешнее облучение	внутреннее облучение	всего
Космическое излучение	0,32	0,015	0,33
Земные радионуклиды	0,38	1,5	1,88
ИТОГО	0,7	1,5	2,2

* – приложение 2

Искусственный радиационный фон создается группой источников. К ним относятся:

- медицинская аппаратура, использующая излучение (приложение 3);
- атмосферные осадки, включающие частицы, образованные в результате ядерных испытаний;
- атомные электростанции;
- некоторые строительные материалы, драгоценные камни;
- приборы бытовой техники, постоянно работающие в плохо проветриваемых помещениях, например, компьютеры;
- предметы старины, вывезенные из «запретных» зон после аварии на Чернобыльской АЭС;
- промышленные отходы.

Радионуклиды – это радиоактивные вещества. Поступая в организм человека извне, даже в небольших дозах они оказывают пагубное воздействие на все живые клетки, становятся причиной инфекционных осложнений, онкологических процессов, тяжелых генетических заболеваний, физических уродств. При этом может пострадать от одного до четырех поколений людей. Воздействие радиационного фона на человека в опасных концентрациях приводит к лучевой болезни.

Для человека безвредны дозы облучения от 0,05 до 0,5 мкЗв/ч (до 50 микрорентген в час). Пороговая доза острого лучевого синдрома – 1 Зв; доза, которая может убить человека – 4 Зв; абсолютно летальная для человека доза – 8 Зв (приложение 4). Сумма поглощенной дозы облучения, которая накапливается в организме человека за всю жизнь, не должна превышать 100–700 мЗв. Верхний предел допустимых значений относится к жителям высокогорий и районов с повышенной естественной радиоактивностью почв, подземных вод и горных пород.

Радиоактивные вещества могут попадать в организм человека через органы дыхания, через желудочно-кишечный тракт (с продуктами питания и водой), через кожу. В настоящее время наиболее значимым для жителей Беларуси является поступление радионуклидов по цепочке «почва – растение – животное». Поэтому одна из важнейших задач – производство экологически чистой продукции.

Приемы, ограничивающие поступление радионуклидов в растения

Система ведения земледелия на загрязненных почвах должна включать те мероприятия, которые способствуют обеспечению производства сельскохозяйственной продукции в пределах требования радиационной безопасности, даже если уровень загрязнения находится в пределах допустимого. Накопление радионуклидов можно снизить путем использования различных агротехнических приемов.

Выращивание культур с низким уровнем накопления радионуклидов. Способность видов растений к накоплению радионуклидов различается в десятки-сотни раз. Поэтому изменение состава культур в севообороте за счет введения других видов и сортов можно использовать в качестве эффективного радиозащитного приема в отношении продукции растениеводства.

В «Рекомендациях по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь», на основании анализа накопления радионуклидов на единицу сухого вещества, произведено ранжирование культур в порядке убывания ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукции. Установлены убывающие ряды по накоплению ^{137}Cs в зерне: люпин → горох → вика → рапс → овес → просо → ячмень → пшеница → озимая рожь. В побочной продукции (соломе) ^{137}Cs накапливается в два раза больше, чем в зерне. По накоплению ^{137}Cs в зеленой массе на первом месте стоят многолетние злаковые травы, затем люпин, рапс, многолетние бобово-злаковые смеси, клевер, горох, кукуруза. Среди полевых культур меньше всего накапливают ^{137}Cs овощные.

Убывающий по накоплению ^{90}Sr ряд культур существенно отличается от такового по ^{137}Cs . По величине накопления ^{90}Sr в зерне первое место занимает яровой рапс, далее следует люпин → горох → вика → ячмень → яровая пшеница → овес → озимая пшеница → озимая рожь. По накоплению ^{90}Sr в зеленой массе культуры располагаются в следующем по убыванию порядке: клевер → люпин → горох → многолетние злаково-бобовые смеси → вика → рапс яровой → кукуруза. Овощные накапливают ^{90}Sr меньше других полевых культур.

При прочих равных условиях озимые растения накапливают радионуклидов стронция и цезия в 1,5–2,5 раза меньше, чем яровые. Скороспелые сорта – в 1,5–2 раза больше позднеспелых.

Таким образом, среди сельскохозяйственных культур, возделываемых на загрязненных радионуклидами землях, наибольшим накоплением ^{137}Cs и ^{90}Sr характеризуются бобовые. Овощи накапливают стронция-90 и цезия-137 намного меньше, чем любые полевые культуры.

Продукция зерновых культур и картофеля практически всегда соответствует допустимым уровням, однако возможны случаи превышения нормативов, особенно по ^{90}Sr (приложения 5, 6). Не рекомендуется возделывать картофель на продовольственные цели на загрязненных радионуклидами торфяно-болотных почвах. Ранние и среднеспелые сорта картофеля накапливают радионуклиды меньше, чем позднеспелые.

Существуют растения, которые по сравнению с другими в меньшей степени накапливают радионуклиды, в частности –

сорго-суданковый гибрид, выращиваемый для получения зеленого корма, сена, сенажа, силоса.

Немаловажную роль играет размещение посевов в зависимости от типа почв. Так, клевер, горох, вику, накапливающих больше ^{90}Sr , лучше сеять на тяжелых по гранулометрическому составу почвах. Более легкие почвы целесообразно отводить под культуры, поглощающие меньшее количество радиостронция, – овес, пшеницу, лен, злаковые, травы.

По степени уменьшения накопления радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур почвы можно расположить в такой последовательности: дерново-подзолистая супесчаная, дерново-подзолистая суглинистая, серая лесная, чернозем.

Переработка полученной продукции с целью снижения в ней концентрации радионуклидов. Более половины всех радионуклидов зерна накапливается в оболочке. Поэтому его очистка при изготовлении муки высших сортов обеспечивает практически двукратное снижение их количества. Необычайно высокая степень очистки достигается при переработке загрязненных растений на масло (рапс). Высокая степень очистки достигается и при переработке загрязненного картофеля на крахмал – продукт содержит в 40–50 раз меньше радионуклидов, чем клубни. Сахар, получаемый из сахарной свеклы, содержит в 50–70 раз меньше радионуклидов, чем корнеплоды.

В 1,5–2,0 раза снижается содержание радионуклидов в картофеле и овощах при их варке после предварительной очистки. При засолке, мариновании, консервировании овощей до половины радионуклидов переходит в рассол.

Известкование кислых почв. Нейтрализация почвы снижает подвижность радионуклидов в почвенном растворе и поступление их в растения в 2–4 раза. Кроме того, кальций, являясь химическим аналогом стронция, обуславливает снижение поступления его в растения.

Первоочередному известкованию подлежат почвы I–II групп кислотности (рН от менее 4,51 до 5,00) в связи с высоким переходом радионуклидов из этих почв в растения. Известкование проводится согласно Инструкции по известкованию кислых почв сельскохозяйственных земель, утвержденной постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 18.01.2019 г. № 5, в дозах, рассчитанных на достижение и поддержание оптимальных показателей кислотности почв

в зависимости от их типа, гранулометрического состава, степени кислотности и плотности загрязнения ^{90}Sr и ^{137}Cs (приложения 7, 8).

Внесение органических удобрений. Применение органических удобрений также способствует уменьшению перехода радионуклидов из почвы в растения – при внесении навоза, торфа и сапропеля загрязнение растений и урожая радионуклидами снижается в 1,5–2 раза. Для внесения рекомендуются все виды органических удобрений (навоз, компосты, солома, зеленое удобрение, при небольшом радиусе перевозок – торф, сапропель, нейтрализованный лигнин) в тех же дозах, что и на незагрязненных землях.

Оптимизация азотного питания растений. Недостаток доступного азота в почве приводит к снижению урожая, а повышенные дозы азотных удобрений усиливают накопление радионуклидов в урожае практически всех сельскохозяйственных культур из-за подкисления почвы.

Расчет доз азотных удобрений проводится исходя из планируемого урожая с учетом действия и последствия органических удобрений. Для избежания превышения доз азота при подкормках озимых зерновых культур рекомендуется проведение почвенной и растительной диагностик.

Применение новых форм медленнодействующих азотных удобрений (карбамид медленнодействующий с гуматсодержащими добавками и др.) позволяет повысить их окупаемость прибавкой урожая на 20 %–40 % при одновременном уменьшении содержания радионуклидов на 15 %–30 %.

Внесение повышенных доз фосфорных и калийных удобрений. Фосфорные удобрения не только способствуют повышению урожая возделываемых культур, но и закреплению стронция-90 за счет осаждения его фосфатами, поэтому на загрязненных радионуклидами почвах они должны вноситься в более высоких дозах, чем на незагрязненных (приложение 9). Учитывая дефицит фосфорных удобрений, рекомендуется на загрязненных землях обеспечить внесение минимума фосфора, необходимого для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур с учетом содержания подвижных фосфатов в почве.

Калий является конкурентом по отношению к цезию, с которым он имеет сходные химические свойства, ограничивая тем самым поступление радиоцезия в растения от 2 до 20 раз. Положительная

его роль в снижении поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию возрастает на фоне оптимальных параметров минерального питания растений. Так, на почвах с повышенным и высоким (250–350 мг/кг почвы) содержанием подвижного калия внесение повышенных доз калийных удобрений малоэффективно (приложение 10).

С целью регулирования содержания в почвах элементов питания и более эффективного использования минеральных удобрений, дозы фосфорных и калийных удобрений рекомендуется рассчитывать следующим образом:

- на низкоплодородных почвах – 110 %–120 % компенсации выноса фосфора и калия с урожаем;
- на почвах с оптимальным содержанием подвижных соединений фосфора и калия – 100 %;
- на почвах с высоким содержанием фосфора и калия – 50 %–70 %;
- на почвах с очень высоким содержанием фосфора и калия – 30 %–50 % их компенсации.

Внесение микроудобрений. Микроудобрения также играют заметную роль в снижении поступления радионуклидов в растения. Они применяются в виде некорневых подкормок с учетом содержания соответствующих микроэлементов в почве и биологических особенностей культур.

Наименьшим содержанием микроэлементов отличаются песчаные и супесчаные почвы. Доля пахотных почв с низким содержанием подвижной меди составляет 49,2 %, цинка – 63,8 % от общей площади. Почвы улучшенных сенокосов и пастбищ также характеризуются преимущественно низким и средним уровнем обеспеченности микроэлементами.

Для каждой культуры имеются важнейшие микроэлементы, их недостаток в питании вызывает стрессовое состояние растений и значительно снижает их продуктивность. Для озимых и яровых зерновых культур важнейшими микроэлементами являются медь и марганец, для рапса и сахарной свеклы – бор и марганец, для кукурузы – цинк, для льна – цинк и бор, для многолетних бобовых трав – молибден и бор.

Применение специальной системы обработки почв в зоне радиоактивного загрязнения. Основным фактором выбора системы основной обработки почвы в условиях радиоактивного загрязнения

являются характер и глубина распределения радионуклидов в профиле почвенного горизонта. Традиционная отвальная система обработки почвы совершенствуется в направлении максимально возможного совмещения операций основной и дополнительных обработок, а также применения новых высокопроизводительных машин, особенно на землях со средне- и тяжелосуглинистыми почвами.

При загрязнении верхней части обрабатываемого слоя почвы (5–7 см), что характерно для естественных луговых земель, независимо от степени увлажнения рекомендуется вспашка с полным оборотом пласта (на 180°) и сбрасывание загрязненного слоя почвы на дно борозды. Глубина обработки – 20–25 см и более в зависимости от мощности пахотного слоя без выноса на поверхность малоплодородного (иллювиального) подпахотного горизонта почвы.

При загрязнении нижней части обрабатываемого слоя (в пределах 30±5 см) в условиях достаточного увлажнения рекомендуется проводить гладкую вспашку без припашки загрязненного слоя (с использованием фронтальных и оборотных плугов), а в засушливых условиях – безотвальную обработку на глубину загрязнения или глубже. В данных условиях система основной обработки почвы должна быть направлена на предотвращение вторичного загрязнения почвы ранее глубоко запаханным загрязненным ее слоем.

При загрязнении всего пахотного слоя (0–25 см) на дерново-подзолистых супесчаных автоморфных и глееватых почвах высокой степени окультуренности возможно применение, как отвальной системы основной обработки, так и безотвальной (чизельной, дисковой) и минимальной систем. При этом обеспечивается получение сельскохозяйственной продукции, соответствующей требованиям Гигиенического норматива 10-117-99 «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)».

Применение средств защиты растений. Накопление радионуклидов в сельскохозяйственной продукции снижается по мере повышения урожайности, в том числе и от применения защитных мероприятий. Для химической защиты растений используются препараты, включенные в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

Особое внимание в условиях радиоактивного загрязнения следует уделять соблюдению точных сроков применения препаратов, кратности применения, не допускать превышения норм расхода. При совпадении сроков обработок возможно применение баковых смесей гербицидов с инсектицидами на зерновых, инсектицидов с фунгицидами на зерновых и картофеле с учетом физико-химической совместимости препаратов.

С целью снижения пестицидной нагрузки необходимо шире использовать в борьбе с сорняками, вредителями и болезнями иммунологические, агротехнические, биологические и фитocenотические способы защиты растений.

Регулирование водного режима. Осушение переувлажненных земель является важным приемом снижения поступления радионуклидов в урожай сельскохозяйственных культур за счет улучшения их водно-воздушного режима и условий минерального питания. В результате регулирования водного режима и культуртехнического обустройства территории можно снизить уровень загрязнения продукции в 5–20 раз. Поступление радионуклидов в растительную продукцию из переувлажненных почв зависит от уровня грунтовых вод (УГВ). Исследования Белорусского НИИ мелиорации и луговодства показывают, что для уменьшения поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию УГВ необходимо снижать до 1,2 м от поверхности. Для большинства торфяных и минеральных заболоченных почв минимальное поглощение растениями радионуклидов достигается при уровне грунтовых вод 90–120 см от поверхности почвы, поэтому необходимо поддерживать рекомендуемый УГВ. Реконструкция и переустройство мелиоративных систем на загрязненных территориях необходимы, прежде всего, с позиции обеспечения радиационной безопасности. Открытая мелиоративная сеть периодически должна окашиваться и подчищаться, а также производиться промывка и ремонт закрытого дренажа.

Задание

Подобрать сельскохозяйственные культуры и агротехнические приемы для получения продукции, соответствующей допустимым уровням по содержанию стронция-90 и цезия-137 на загрязненных радионуклидами землях. Заполнить табл. 8.2.

Таблица 8.2

Агротехнические приемы, ограничивающих поступление радионуклидов
в продукцию растениеводства

Сельскохозяйственные культуры	Агротехнические приемы
Дерново-подзолистая супесчаная почва, загрязненная ^{137}Cs	
1.	1.
2.	2.
Дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, загрязненная ^{90}Sr	
1.	1.
2.	2.
3.	3.
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва, загрязненная ^{137}Cs и ^{90}Sr	
1.	1.
2.	2.
3.	3.

Контрольные вопросы

1. Из каких компонентов складывается радиационный фон Земли?
2. Чему равна годовая эффективная доза естественной радиоактивности?
3. Какими источниками создается искусственный радиационный фон?
4. Какими путями попадают радионуклиды в организм человека?
5. Перечислите мероприятия, ограничивающие поступление радионуклидов в растения.

Практическая работа № 9

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ПУТЕЙ ИХ СНИЖЕНИЯ

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о причинах накопления нитратов в продукции растениеводства.
2. Усвоить общие теоретические сведения о вреде нитратов для здоровья человека.
3. Приобрести практические навыки разработки мероприятий по снижению накопления нитратов в продукции растениеводства.

Основные сведения

Минеральные удобрения являются радикальным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Практически 50 %–60 % сельскохозяйственной продукции в мире производится за счет применения минеральных удобрений. Но возрастающие объемы их использования приводят к загрязнению окружающей среды.

Азот – основной элемент питания растений. Его низкое содержание в почве часто лимитирует развитие культурных растений, поэтому внесение азотных удобрений вызывает усиленный рост надземной части растений, лучшее формирование репродуктивных органов, а, значит, и более высокий урожай.

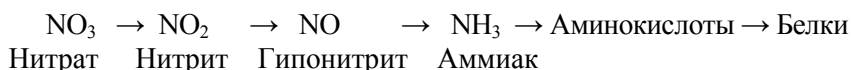
В зависимости от характера соединений азотные удобрения подразделяются на пять групп: аммиачные (водный или безводный аммиак), аммонийные (сульфат аммония), нитратные (натриевая и кальциевая селитра), аммонийно-нитратные (аммиачная селитра), амидные (мочевина или карбамид).

Азотные удобрения являются одним из источников накопления в почве нитратов (NO_3), солей азотной кислоты. Под воздействием микроорганизмов-нитрификаторов аммонийный и амидный азот постепенно переходит в нитратный (при благоприятных условиях за 2–3 дня). Нитрификация – это естественный процесс, протекающий в почве. При внесении высоких доз азотных удобрений, даже не содержащих нитратного азота, в почве может накапливаться

большое количество нитратов. Нитратный азот очень подвижен и легко вымывается из пахотного горизонта в дождливую погоду, особенно на легких почвах, загрязняя подземные воды. Процесс вымывания нитратов из почвы ускоряется при увеличении в севообороте доли зерновых и пропашных культур, полном или частичном отказе от выращивания промежуточных культур.

Присутствие нитратов в растениях закономерно, так как они участвуют в круговороте азота, необходимого для биосинтеза белков и нуклеиновых кислот.

Схема превращения нитратного азота в растениях:



Накопление нитратов происходит в результате нарушения этого процесса, когда не все поглощенные нитраты восстанавливаются до аммиака и начинают накапливаться в различных органах растений: листьях, клубнях, корнеплодах и др.

Причины накопления нитратов в продукции растениеводства

Известно более 30 факторов, способствующих увеличению содержания нитратов в растениях, половиной из которых можно управлять.

К основным из них относятся:

- превышение доз, несоблюдение сроков внесения азотных удобрений (в интенсивные периоды роста);
- неправильный подбор форм азотных удобрений (аммиачная селитра способствует большему накоплению нитратов, чем сульфат аммония и мочевины);
- нарушение соотношения основных элементов питания (N:P:K);
- чрезмерное внесение органических удобрений;
- повышенная кислотность почвы (известкование активизирует процесс восстановления нитратов);
- биологические особенности растений (в жилках листьев, листовых черешках, стеблях нитратов больше, чем в мякоти листьев и плодах; в кожце и поверхностных слоях плодов больше, чем во внутренних; в генеративных органах меньше, чем в вегетативных; в крупных корнеплодах больше, чем в мелких; капуста накапливает нитраты в кочерыжке и верхних листьях, огурцы и патиссоны –

в кожуре, кабачки, свекла, морковь – в нижней части плода, картофель – в середине);

- сортовые признаки (ранние сорта овощей содержат больше нитратов, чем поздние; более ярко окрашенные сорта корнеплодов содержат меньше нитратов, чем бледно окрашенные. Данные научных учреждений показывают, что между различными сортами и гибридами разница в содержании нитратного азота составляет от 200 % до 500 %);

- овощи защищенного грунта склонны к большему накоплению нитратов, чем открытого (максимальное их содержание отмечается в листовых овощах, меньшее – в томатах и огурцах);

- густота стояния растений (улучшение условий освещенности активизирует деятельность фермента азотного обмена нитратредуктазы и снижает содержание нитратов в растениях);

- сроки уборки (содержание нитратов снижается по мере созревания, но убирать овощи необходимо, не дожидаясь их перезревания);

- погодные условия (длительная засуха при высокой температуре или похолодание при пасмурной погоде, заморозки);

- продолжительность светового освещения (чем длиннее световой день, тем меньше нитратов в растениях);

- интенсивность освещения (применение малопрозрачной пленки, загрязнение стекла теплицы замедляют утилизацию поступивших в растения нитратов, что увеличивает их содержание);

- почва (на тяжелых почвах овощные культуры накапливают нитратов больше, чем на легких);

- режим орошения овощных культур (избыток воды способствует выносу нитратов за пределы корнеобитаемой зоны, регулярный полив овощей способствует умеренному и равномерному азотному питанию растений) и др.

По способности накапливать нитраты овощи, плоды и фрукты делятся на 3 группы.

1. С высоким содержанием нитратов (до 5000 мг/кг сырой массы): салат, шпинат, свекла, укроп, листовая капуста, редис, зеленый лук, дыни, арбузы.

2. Со средним содержанием нитратов (300–600 мг): цветная капуста, кабачки, тыква, репа, редька, белокочанная капуста, хрен, морковь, огурцы.

3. С низким содержанием нитратов (10–80 мг): брюссельская капуста, горох, щавель, фасоль, картофель, томаты, репчатый лук, фрукты и ягоды.

Вред, причиняемый нитратами здоровью человека

Повышенное содержание нитратов в продуктах питания и воде представляет опасность для здоровья людей. Человек относительно легко переносит дозу в 150–200 мг нитратов в сутки, 500 мг считается предельно допустимой нормой, 600 мг в сутки – доза, токсичная для взрослого человека. Для грудных детей токсичной является доза 10 мг в сутки.

Министерством здравоохранения Республики Беларусь утверждена суточная допустимая доза нитратов – 5 мг на 1 кг массы тела человека. Следовательно, взрослый человек без особого вреда для здоровья может получать с продуктами питания 300–350 мг нитратов ежедневно. Эта доза соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения. Такое количество нитратов легко усваивается организмом человека, превращаясь в белок. Токсическое действие нитратов связано с восстановлением их под влиянием микрофлоры пищеварительного тракта и тканевых ферментов до нитритов, аммиака, гидроксилamina, которые попадают в кровь и окисляют двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное. Образовавшийся метгемоглобин не способен переносить кислород к тканям и органам, в результате чего может наблюдаться удушье. Наибольшая же опасность повышенного содержания нитратов в организме заключается в том, что нитриты и нитраты в результате биохимических процессов переходят в N-нитрозосоединения, обладающие канцерогенным и мутагенным действием. Употребление в течение длительного времени продуктов питания и воды с высоким содержанием нитратов вызывает также аллергию, нарушение деятельности щитовидной железы, приводит к возникновению многочисленных болезней в результате нарушения обмена веществ, опорно-двигательного аппарата и нервной системы. Особенно чувствительны к действию нитратов и нитритов дети раннего возраста.

С целью защиты человека от вредного воздействия нитратов создана общегосударственная система контроля, согласно которой Министерством здравоохранения Республики Беларусь разработаны

и утверждены гигиенические нормативы содержания нитратов в основных растительных продуктах с учетом традиционного потребления этих продуктов населением, а также возможностью естественного накопления нитратов самими растениями (табл. 9.1). Предельно допустимое содержание нитратов в воде – 45 мг/куб. дм.

Таблица 9.1

Предельно допустимое содержание нитратов в продуктах растениеводства, мг/кг сырого продукта

Продукты растениеводства	ПДУ, мг/кг	
	открытый грунт	защищенный грунт
Капуста белокочанная ранняя (до 1 сентября)	900	-
Капуста поздняя	500	-
Кабачки	400	-
Листовые овощи (салат, шпинат, укроп, щавель, петрушка, сельдерей, кинза и др.)	2000	-
Свекла столовая	1400	-
Картофель	250	-
Томаты	150	300
Огурцы	150	300
Морковь ранняя (до 1 сентября)	400	-
Морковь поздняя	250	-
Лук репчатый	80	-
Лук перо	600	800
Перец сладкий	200	400
Салат-латук свежий (с 01.10 по 31.03)	4000	4500
Салат-латук свежий (с 01.04 по 30.09)	2500	3500
Салат-латук айсбергового типа	2500	2000
Арбузы	60	-
Дыни	90	-

Мероприятия по снижению содержания нитратов в продукции растениеводства

С целью снижения накопления нитратов в продукции растениеводства рекомендуется проведение следующих мероприятий.

1. Внедрение биологической (органической) системы земледелия:

- приготовление высококачественного навоза и компостов;
- выращивание промежуточных культур на зеленое удобрение (люпин, сераделла, озимая рожь, рапс, редька масличная и др.);
- расширение посевов бобовых культур (горох, люпин, клевер, люцерна и др.), обладающих способностью усваивать азот из воздуха и накапливать его в клубеньках на корнях, обогащая биологически связанным азотом не только себя, но и последующую культуру;
- применение бактериальных препаратов, улучшающих корневое питание растений (азобактерин, калиплант, сапронит, фитости-мофос и др.);
- использование биоудобрений направленного действия: ризо-бактерин – под зерновые культуры, гордебак – для пивоваренного ячменя, СояРиз – под сою, АгроМик – для тритикале и т. д.

2. Повышение эффективности использования минеральных удобрений:

- внесение под культуры доз азотных удобрений, сбалансированных по фосфору и калию (на дерново-подзолистых почвах третьей-четвертой групп обеспеченности, соотношение N:P:K должно быть для зерновых культур – 1:0,9–1,1:1,3–1,5, для пропашных – 1:0,8:1,2–1,6);
- применение оптимально-минимальных доз минеральных удобрений под культуры в севообороте, создание системы удобрений, адаптированной к условиям окружающей среды;
- при расчете доз азотных удобрений учитывать дозу внесения органических;
- предпочтительное использование амидных и аммонийных форм азотных удобрений, в пасмурную погоду – нитратных;
- прекращение азотных подкормок в открытом грунте за 1,5–2 месяца до уборки урожая;
- использование медленнодействующих форм азотных удобрений, азот из которых не вымывается, усваивается растениями постепенно в течение вегетационного периода (карбамид с полимерным покрытием, карбамид с фосфатным покрытием, сульфат аммония с полимерным покрытием и др.);
- использование технологии точного земледелия для дозированного внесения минеральных удобрений в зависимости от содержания в почве элементов питания и др.

3. Своевременное и качественное проведение агротехнических мероприятий:

- улучшение условий освещенности путем соблюдения нормы высева (посадки), способа посева, своевременного формирования растений;
- поддержание оптимального микроклимата в теплицах;
- регулирование водного режима почвы;
- выращивание сортов (гибридов) культурных растений, накапливающих минимальное количество нитратов;
- соблюдение сроков уборки (сбор зрелых овощей лучше производить во второй половине дня в солнечную погоду – при этом содержание нитратов уменьшается на 30 %–40 %);
- хранение только неповрежденной и незагрязненной землей растительной продукции (загрязнение почвой и повреждение овощей приводит к быстрому проникновению внутрь бактерий и способствует образованию в них нитритов) и др.

4. Кулинарная обработка растительной продукции и культура питания:

- вымачивание овощей способствует выведению нитратов: в капусте на 58 %; в свекле на 20 %; в картофеле на 40 %;
- очистка овощей от кожуры (особенно огурцов и кабачков), у пряных трав использование только листьев. У огурцов, свеклы, редьки к тому же необходимо срезать оба конца, т. к. здесь самая высокая концентрация нитратов;
- термическая обработка (варка, жарка, тушение, бланширование) снижает количество нитратов в овощах на 60 %–80 %;
- квашение, соление и маринование овощей также уменьшает количество нитратов, но нельзя употреблять свежесоленную капусту, огурцы и другие заквашенные овощи раньше, чем через 10–15 дней;
- приготовление салатов непосредственно перед употреблением и в таких количествах, чтобы избежать хранения остатков;
- употребление достаточного количества витамина С (аскорбиновая кислота) и витамина Е, т. к. они снижают вредное воздействие нитратов и нитритов.

Задания

1. Систематизировать причины накопления нитратов в продукции растениеводства. Заполнить табл. 9.2.

Таблица 9.2

Накопление нитратов в продукции растениеводства

Причины накопления нитратов	
<i>управляемые человеком</i>	<i>не управляемые человеком</i>
1.	1.
2.	2.
3.	3.

2. Проанализировать табл. 9.1 и определить культуры с высокой, средней и низкой способностью к накоплению нитратов. Заполнить табл. 9.3.

Таблица 9.3

Способность сельскохозяйственных культур к накоплению нитратов

Сельскохозяйственные культуры	ПДУ, мг/кг	
	открытый грунт	защищенный грунт
<i>С высоким содержанием нитратов</i>		
<i>Со средним содержанием нитратов</i>		
<i>С низким содержанием нитратов</i>		

3. Проанализировать мероприятия по снижению содержания нитратов в продукции растениеводства. Заполнить табл. 9.4.

Таблица 9.4

Мероприятия по снижению содержания нитратов в продукции растениеводства

Мероприятия	Причины, оказывающие влияние на снижение накопления нитратов
<i>В биологической (органической) системе земледелия</i>	
1.	
2.	
3.	

Мероприятия	Причины, оказывающие влияние на снижение накопления нитратов
<i>В системе применения минеральных удобрений</i>	
1. 2. 3.	
<i>В системе проведения агротехнических мероприятий</i>	
1. 2. 3.	
<i>При кулинарной доработке и потреблении продукции</i>	
1. 2. 3.	

Контрольные вопросы

1. Значение азота для роста и развития растений.
2. Причины накопления нитратов в продукции растениеводства.
3. Вред, причиняемый нитратами здоровью человека.
4. В каких единицах измеряется содержание нитратов в продукции растениеводства?
5. Перечислите пути снижения содержания нитратов.
6. Как повысить эффективность применения минеральных удобрений?
7. Как влияет кулинарная обработка на содержание нитратов в овощах?

Практическая работа № 10 **СОСТАВЛЕНИЕ КОНТУРНЫХ** **ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СЕВОБОРОТОВ**

Цель работы:

1. Усвоить общие теоретические сведения о необходимости введения контурных почвенно-экологических севооборотов.
2. Приобрести практические навыки составления контурного почвенно-экологического севооборота.

Основные сведения

Почвы республики характеризуются большой пестротой, они различаются по типам, гранулометрическому составу, степени увлажнения, эродированности, закаменности, агрохимическим показателям плодородия, удаленности от производственных центров и другим характеристикам.

Принципиальным направлением в организации севооборотов в настоящее время должно быть формирование, по возможности, однородных в почвенно-экологическом отношении полей и рабочих участков с введением на каждом из них биологически правильного чередования культур во времени (по годам) по научно обоснованным схемам, обеспечивающим получение в каждом году максимального экономического эффекта и повышение плодородия почвы. Такие адаптированные к конкретным почвенно-экологическим условиям севообороты называются контурные почвенно-экологические (или контурно-экологические).

Внедрение системы почвенно-экологических севооборотов на основе принципов ландшафтного землепользования с учетом особенностей каждого поля и специализации хозяйства позволит более рационально использовать пахотные земли, существенно повысить культуру земледелия и на этой основе значительно увеличить объемы производства продукции растениеводства.

Размещение зерновых колосовых по благоприятным предшественникам будет способствовать улучшению фитосанитарных условий в севооборотах, снижению засоренности посевов и поражения растений болезнями, что существенно повысит урожайность зерна. Расширение площади зернобобовых культур увеличит поступление

в почву биологического азота за счет фиксации из воздуха, позволит сократить объемы внесения минерального азота. За счет посева промежуточных культур увеличится производство не только травянистых кормов, но и органического вещества в виде корневых и пожнивных остатков, заделанных в почву, что существенно улучшит гумусовый баланс почвы.

Составление контурных почвенно-экологических севооборотов

В методическом плане выполнение работ по организации севооборотов на контурно-экологической основе сводится к следующему.

Вначале проводится комплексная оценка каждого рабочего участка (поля) на степень пригодности его для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур. Оценка ведется по следующим основным показателям (табл. 10.1):

- тип почвы (дерново-карбонатная, дерново-подзолистая, дерново-подзолистая заболоченная – слабogleеватая, глееватая, глеевая, дерново-заболоченная, торфяная);

- гранулометрический состав почвообразующих и подстилающих пород (связносупесчаная, суглинистая и т. д.);

- степень увлажнения (автоморфные, полугидроморфные – временно избыточно увлажненные (слабogleеватые), глееватые и глеевые, гидроморфные) и мелиоративное состояние (осушенные, неосушенные);

- агрохимические свойства (содержание гумуса, фосфора, калия, микроэлементов, кислотность);

- технологические свойства (эродированность, закамененность);

- местоположение (удаленность от производственных центров и населенных пунктов).

После экспертной оценки рабочих участков на степень их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур проводится объединение однотипных рабочих участков в отдельные группы, которые по почвенным условиям в одинаковой степени пригодны для возделывания одного и того же набора культур. Для каждой группы однотипных участков определяется состав приемлемых для возделывания культур. Затем с учетом структуры посевных площадей определяются наиболее возможные варианты (схемы) чередования этих же культур во времени по наилучшим предшественникам (табл. 10.2).

Таким образом, суть организации и ведения контурных почвенно-экологических севооборотов состоит в подборе культур для каждого рабочего участка в соответствии со свойствами почв и их пригодностью, построении научно обоснованного их чередования во времени с соблюдением агрономических принципов плодосмена.

Важное значение имеет установление количества полей в севообороте: 3–4 или 9–10. В первую очередь, это зависит от гранулометрического состава почвы. На рыхлосупесчаных, подстилаемых песком, и песчаных почвах, где набор культур ограничен, и они не нуждаются в длительных перерывах при возвращении на прежнее поле, преимущественно вводятся севообороты с более короткой ротацией и меньшим числом полей (5–7-польные севообороты). Возможно иметь ротацию из 4-х полей, например: 1 – однолетние бобовые культуры; 2 – озимая рожь + пожнивные; 3 – картофель; 4 – овес.

На суглинистых и супесчаных подстилаемых моренным суглинком почвах при большом наборе культур вводятся в основном 8–9-польные севообороты.

При существенном различии плодородия почвы отдельных участков, входящих в одно поле севооборота, следует возделывать культуры с различными требованиями к плодородию, но со сравнительно одинаковыми сроками сева и агротехники, например, озимую рожь и озимую пшеницу, ячмень и овес, горох и люпин, кукурузу и картофель. Такие культуры, как озимая рожь, овес, люпин, картофель можно разместить на всей площади поля с почвами разного гранулометрического состава и окультуренности, а пшеницу, ячмень, горох и кукурузу – только на пригодных для их возделывания участках.

Задание

Согласно основным группам почв (табл. 10.1) подобрать культуры и составить из них схемы севооборотов, учитывая отношение к предшественникам и допустимый срок возврата на прежнее поле (табл. 10.2). Схемы обосновать.

Примеры оформления задания

1. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 50–80 см моренным суглинком.

Таблица 10.1

Сравнительная пригодность основных групп почв для возделывания сельскохозяйственных культур

№ п/п	Названия агрогрупп почв	Мелiorативное состояние	Степень пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур																
			озимая пшеница	озимое триликале	яровая пшеница	ячмень	овес	кормовой люпин	горох, вика, люпин	лен	сахарная свекла, корнеплоды	рапс	картофель	кुकруза	клевер	люцерна	многолетние злаковые травы	однолетние травы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Дерново-карбонатные типичные, развивающиеся на суглинистых и супесчаных породах (автоморфные, оглеенные внизу и на контакте)		2	3	3	3	3	2	1	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3
2	Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые (автоморфные, оглеенные внизу и на контакте)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	3	2	3	2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	Дерново-подзолистые легко- и средне-суглинистые мощные или подстилаемые песком глубже 1 м, а также связноупесчаные, подстилаемые суглинком до 1 м. Дерново-карбонатные выщелоченные (автоморфные, оглеенные внизу и на контакте)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	Дерново-подзолистые легко- и средне-суглинистые и связноупесчаные, подстилаемые песком до 1 м, а также рыхлосупесчаные, подстилаемые суглинком до 1 м (автоморфные, оглеенные внизу и на контакте)		2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	Дерново-подзолистые рыхлосупесчаные, подстилаемые песком, и связнопесчаные, подстилаемые суглинком (автоморфные, оглеенные внизу и на контакте, слабоглеватые – временно избыточно увлажненные)		2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
6	Дерново-подзолистые на мощных связанных песках и рыхлосесчаные мощные и подстилаемые суглинком (автоморфные, оглеенные внизу и на контакте, слабоглеватые)		1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	Дерново-подзолистые слабogleватые глинистые и тяжелосуглинистые	осуш. неосуш.	1 0	1 0	1 0	2 1	2 1	2 2	2 1	2 1	1 0	1 0	2 1	1 0	2 2	3 2	2 1	3 3	2 2
8	Дерново-подзолистые слабogleватые легко- и среднесуглинистые, а также супесчаные, подстилаемые суглинком	осуш. неосуш.	3 2	3 2	3 2	3 3	3 3	3 2	3 3	3 2	3 2	3 2	3 2	3 2	3 2	3 3	3 2	3 3	3 3
9	Дерново-подзолистые глееватые и глеевые глинистые и тяжелосуглинистые	осуш. неосуш.	1 0	1 0	1 0	2 1	2 1	2 1	2 1	2 0	1 0	0 0	1 0	0 0	1 0	2 1	1 0	2 1	2 1
10	Дерново-подзолистые глееватые и глеевые на легких и средних суглинках, а также супесях, подстилаемых суглинком	осуш. неосуш.	2 0	2 0	2 0	3 1	3 1	3 1	2 0	3 1	2 0	1 0	2 0	1 0	2 1	3 2	2 1	3 2	3 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	Дерново-подзолистые глееватые и глеевые почвы на супесях, подстилаемых песками и песках	осуш. неосуш.	2 1	1 0	1 0	1 0	2 1	2 1	2 1	1 1	0 0	1 0	1 0	2 1	1 1	1 0	0 1	2 1	2 2
12	Дерново-карбонатные глееватые и глеевые, дерновые глееватые и глеевые, а также торфянисто и торфяно-глеевые (с мощностью торфа до 0,5 м)	осуш. неосуш.	1 0	1 0	1 0	2 0	2 0	2 0	0 0	1 0	0 0	1 0	0 0	0 0	1 0	0 0	1 0	3 1	2 0
13	Торфяные: с мощностью торфа 0,5-1 м с мощностью торфа более 1 м	осуш. осуш.	2 3	2 2	2 2	2 2	2 2	3 3	0 0	2 3	0 0	1 1	0 0	2 2	2 2	0 0	0 0	3 3	3 3
14	Дегроторфяные торфяно-минеральные: подстилаемые суглинком	осуш. осуш.	2 1	1 0	1 0	2 1	2 1	2 1	0 0	2 1	0 1	1 0	0 0	2 1	2 1	0 0	0 1	2 1	2 2

Окончание таблицы 10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																				
15	Дегроторфяные минеральные остаточно-торфяные и постторфяные:																																						
																					осуш.	2	1	1	1	2	2	0	2	0	1	0	1	1	0	0	2	2	
																					суглинистые	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	2
																					супесчаные	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0																				
	Подверженность эрозии		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1																				
		сильная	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-3	-3	-1	-1	-1	-2																				

Примечание: Степень пригодности почв: 3 – наиболее пригодные, 2 – пригодные, 1 – малопригодные, 0 – непригодные.

Оценка культур как предшественников в севооборотах (урожайность, выраженная в процентах)

Культуры, допустимый срок возврата на прежнее поле по фитосанитарным условиям, лет	Предшественники																			
	озимая рожь	озимая пшеница, озимое трикалге	ячмень	яровая пшеница	овес	гречиха	люпин на зерно	горох	вика	картофель	озимый рапс	яровой рапс	лен	сахарная свекла	кукуруза	люпин на силос и зеленую массу	однолетние травы (бобово-злаковые смеси)	клевер	люцерна	многолетние злаковые травы
Озимая рожь, 1–2	83	85	88	84	96	93	95	97	97	93	93	93	93	х	95	100	95	100	100	93
Озимая пшеница, 2–3	70	64	66	68	92	94	94	96	96	90	95	х	93	х	93	100	97	98	96	78
Ячмень, 1–3	86	83	70	72	92	92	96	97	97	100	95	97	94	97	99	100	96	100	100	80
Яровая пшеница, 1–3	74	72	78	71	93	94	99	100	100	100	94	95	90	97	100	100	95	98	98	80
Овес, 1–2	95	94	94	92	92	95	97	98	98	100	92	95	95	98	100	100	98	98	98	95
Гречиха, 1–3	100	97	95	97	97	91	96	96	96	97	96	94	94	95	96	95	97	95	95	96
Люпин, зерно 3–5	100	97	97	96	97	94	31	62	62	96	95	94	85	95	97	43	62	42	43	94
Горох, 3–4	98	96	98	98	98	99	87	82	86	100	96	96	92	98	98	90	83	84	86	80
Вика, 3–4	98	96	98	98	100	96	82	86	80	90	95	95	90	80	91	92	83	84	86	95
Картофель, 3–4	98	96	95	95	96	95	100	96	96	83	99	97	95	94	98	95	98	100	98	90
Озимый рапс, 3–4	97	98	98	92	92	96	х	97	97	99	82	х	х	х	96	99	100	100	96	91

Культуры, допустимый срок возврата на прежние поля по фитосанитарным условиям, лет	Предшественники																				
	озимая рожь	озимая пшеница, озимое трикале	ячмень	яровая пшеница	овес	гречиха	люпин на зерно	горох	вика	картофель	озимый рапс	яровой рапс	лен	сахарная свекла	кормовая свекла	кукуруза	люпин на силос и зеленую массу	однолетние травы (бобово-злаковые смеси)	клевер	люцерна	многолетние злаковые травы
Яровой рапс, 3–4	94	95	95	93	95	96	98	98	98	100	80	76	93	87	86	98	97	99	97	97	91
Лен, 3–4	100	94	94	98	100	95	95	97	97	96	93	91	84	90	95	95	95	94	96	95	94
Сахарная свекла, 3–4	96	95	93	93	93	93	98	98	98	100	84	85	95	77	83	98	96	98	95	91	87
Кормовая свекла, 3–4	98	97	93	93	93	93	99	97	97	100	88	87	92	73	71	98	97	97	97	98	87
Кукуруза, 0–1	98	96	96	95	97	94	98	98	98	100	95	94	95	92	92	98	97	97	98	100	88
Люпин, з/м, 3–5	100	97	92	93	92	93	59	69	84	93	95	95	97	92	92	96	75	92	90	90	96
Клевер, 3–4	94	90	94	90	88	x	x	x	x	x	x	x	90	x	x	x	94	100	x	x	x
Люцерна, 3–4	87	85	92	85	85	x	x	x	x	x	x	x	86	x	x	x	98	100	x	x	x
Многолетние злаковые травы, 2–3	95	94	95	93	94	x	x	x	x	x	x	x	90	x	x	x	98	100	x	x	x
Промежуточные красочетные, 2	54	57	55	40	41	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	96	100	x	x	x

Состав культур: озимая рожь, озимая пшеница, тритикале, ячмень, овес, горох, люпин, картофель, сахарная свекла, кормовые корнеплоды, кукуруза, клевер, люцерна, злаковые травы, однолетние травы, рапс.

Чередование культур в севооборотах (во времени).

Вариант 1.

1 – озимая рожь на зеленую массу (з/м) + однолетние бобово-злаковые травы поукосно;

2 – озимые + пожнивные;

3 – пропашные;

4 – ячмень с подсевом клевера с тимофеевкой;

5 – клевер с тимофеевкой 1 г. п.;

6 – клевер с тимофеевкой 2 г. п.;

7 – озимая рожь;

8 – овес, зернобобовые.

Зерновых – 50 %, клевер с тимофеевкой используются два года.

Вариант 2.

1 – озимая рожь на з/м + однолетние бобово-злаковые травы поукосно;

2 – озимые + пожнивные;

3 – пропашные;

4 – яровая пшеница + клевер;

5 – клевер;

6 – ячмень;

7 – озимая рожь + пожнивные;

8 – овес, зернобобовые.

Зерновых – 62,5 %.

Вариант 3.

1 – однолетние бобовые и бобово-злаковые травы;

2 – ячмень;

3 – озимая рожь + пожнивные;

4 – пропашные;

5 – ячмень, яровая пшеница, горох;

6 – озимая рожь + клевер;

7 – клевер;

8 – ячмень;

9 – овес.

Зерновых – 67 %.

2. Почва дерново-подзолистая глеевая и глееватая на супесях и суглинках, подстилаемых песками.

Состав культур: многолетние злаковые травы, лядвенец рогатый, вико-горохо-овсяные смеси на з/м, овес, ячмень.

Чередование культур:

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав (лядвенец + злаки);

2–5 – многолетние травы;

6 – овес;

7 – ячмень.

Зерновых – 28,6 %, многолетних трав – 57,1 %.

Контрольные вопросы

1. Что такое контурный почвенно-экологический севооборот?
2. Приведите порядок выполнения работ по организации контурных почвенно-экологических севооборотов?
3. Сколько полей может иметь контурный почвенно-экологический севооборот на легких почвах?
4. С какой целью при составлении схем севооборотов необходимо учитывать допустимый срок возврата культуры на прежнее поле?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борушко, Н. В. Санитарно-гигиенический контроль содержания пестицидов в продуктах : учебно-методическое пособие / Н. В. Борушко, П. Г. Новиков, Н. Л. Бацукова. – Минск : БГМУ, 2017 г. – 39 с.
2. Вага, И. Утилизация органических отходов в ЖКХ / И. Вага // Наука и инновации. – 2022. – № 5 (231). – С. 17–21.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь (справочное издание) / Л. В. Плешко, О. А. Хвалей, Т. И. Гололоб [и др.]. – Минск : «Промкомплекс», 2022. – 628 с.
4. Козловская, И. П. Основы экологии. Практикум : учебное пособие для студентов вузов по группе специальностей «Агроинженерия» и специальности «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» / И. П. Козловская, С. И. Коврик, Т. В. Никонович. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 216 с.
5. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды : [сайт]. – Минск, 2025. – URL: <https://minpriroda.gov.by/ru> (дата обращения: 10.09.2024).
6. Мисюченко, В. М. Природоохранное законодательство : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность», 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / В. М. Мисюченко, О. С. Залыгина, Н. К. Вашкевич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 78 с.
7. Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года : утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь 28.07.2017 № 567 // Совет Министров Республики Беларусь. – URL: <http://www.government.by/upload/docs/filea1a9a20a06fc7fe5.PDF> (дата обращения: 05.11.2024).
8. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – Минск, 2003–2024. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 19.09.2024).
9. Об охране окружающей среды : Закон Респ. Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХП : в ред. от 17 июля 2023 г. № 294-3 // Национальный

правовой Интернет-портал Республики Беларусь (дата обращения: 15.10.2024).

10. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 06.06.2024).

11. Обращение с отходами : учебное пособие для студентов вузов по специальности «Природоохранная деятельность (по направлениям)» / А. А. Челноков [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 460 с.

12. Основы экологии : учебное пособие / И. П. Козловская, Н. А. Близинок, Т. М. Дайнеко [и др.] ; под общ. ред. И. П. Козловской. – Минск : БГАТУ, 2018. – 268 с.

13. Основы экологии : электронный учебно-методический комплекс / Минсельхозпрод Респ. Беларусь, БГАТУ, АМФ, ФТС, АЭФ, ИТФ, кафедра основ агрономии ; сост.: И. П. Козловская [и др.]. – Электронные данные (9 685 093 байт). – Минск : БГАТУ, 2020. – Текст : электронный.

14. Пунько, А. И. Утилизация отходов животноводства как проблема экологической стабильности / А. И. Пунько, А. М. Карпович, И. А. Цубанова // Экология и животный мир. – 2023. – № 2. – С. 52–56.

15. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 гг. / Н. Н. Цыбулько [и др.] : Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с.

16. Системы контурных почвенно-экологических севооборотов и структуры посевных площадей для специализированных животноводческих хозяйств : методические рекомендации // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2018 г. – 34 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Препаративные формы средств защиты растений

- ВГ, в.г. – водорастворимые гранулы
- ВДГ, в.д.г. – водно-диспергируемые гранулы
- ВК, в.к., ВРК, в.р.к. – водорастворимый концентрат
- ВКС, в.к.с. – водный концентрат суспензии
- ВР, в.р. – водный раствор
- ВРГ, в.р.г. – водорастворимые гранулы
- ВРП – водорастворимый порошок
- ВС, в.с. – водная суспензия
- ВСК, в.с.к. – водно-суспензионный концентрат
- ВСП, в.-с.р. – водно-спиртовой раствор
- ВЭ, в.э. – водная эмульсия
- Г, г. – гранулы
- ДК – дисперсионный концентрат
- Ж, ж. – жидкость
- ЖК – жидкий концентрат
- ККР – концентрат коллоидного раствора
- КМЭ – концентрат микроэмульсии
- КНЭ – концентрат наноэмульсии
- КРП, кр.п. – кристаллический порошок
- КС, к.с. – концентрат суспензии
- КЭ, к.э. – концентрат эмульсии
- м.г. – микрогранулы
- МД – масляная дисперсия
- МК – масляный концентрат
- МКС – микрокапсулированная суспензия
- МКЭ – масляный концентрат эмульсии
- ММЭ, м.м.э. – минерально-масляная эмульсия
- МЭ – микроэмульсия
- П, п. – порошок
- ПАВ – поверхностно-активное вещество
- ПС, пс. – паста
- р. – раствор
- РК – растворимый концентрат
- РП, р.п. – растворимый порошок

С – суспензия
СК, с.к. – суспензионный концентрат
СП, с.п. – смачивающийся порошок
СР, с.р. – спиртовой раствор
СТС, с.т.с. – сухая текучая суспензия
СЭ, с.э. – суспензионная эмульсия
ТАБ, таб. – таблетки
тех. – технический
ТК, т.к. – текучий концентрат
ТКС, т.к.с. – текучий концентрат суспензии
ТР, т.р. – текучий раствор
ТС, т.с. – текучая суспензия
ЭМВ, э.м.в. – эмульсия масляно-водная

Единицы измерения радиоактивности

Измеряемая величина	Определение	Единица измерения
Радиоактивность	Количество распадов в секунду	Беккерель (Бк) (ранее – Кюри (Ки), $1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$)
Поглощенная доза	Количество энергии, полученное материей от излучения	Грей (Гр) (ранее – рад, $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$)
Эквивалентная доза	Воздействие излучения на организм	Зиверт (Зв) (ранее – Бэр, $1 \text{ Зв} = 100 \text{ Бэр}$) *Миллизиверт (мЗв) = $1/1000 \text{ Зв}$ Микрозиверт (мкЗв) = $1,0 \times 10^{-6} \text{ Зв}$

Эффективные дозы облучения от различных источников

Вид облучения	Эффективная доза
Просмотр кинофильма по цветному телевизору с ЭЛТ на расстоянии от экрана ≈ 2 м	0,01 мкЗв
Ежедневный, в течение года, трехчасовой просмотр цветных телепрограмм	5–7 мкЗв
Вид облучения	Эффективная доза
Облучение за счет радиоактивных выбросов в районе расположения атомной электростанции (за год)	0,2–1 мкЗв
Облучение за счет дымовых выбросов с естественными радионуклидами ТЭС на угле (год)	2–5 мкЗв
Полет в течение 1 часа на сверхзвуковом самолете (высота полета 18–20 км)	10–30 мкЗв
Полет в течение суток на орбитальном космическом корабле (без вспышек на Солнце)	0,18–0,35 мЗв
Прием радоновой ванны	0,01–1 мЗв
Флюорография	0,1–0,5 мЗв
Рентгеноскопия грудной клетки	2–4 мЗв
Рентгенография зубов	0,03–3 мЗв
Рентгеновская томография	5–100 мЗв
Рентгеноскопия желудка, кишечника	100–250 мЗв
Лучевая гамма-терапия после операции	200–500 мЗв

Радиорезистентность у различных организмов

Летальная доза радиации, Гр				
Организм	Летальная доза	LD ₅₀	LD ₁₀₀	Класс/царство
Собака		3,5 (LD _{50/30} дней)		Млекопитающие
Человек	4–10	4,5	10	Млекопитающие
Крыса		7,5		Млекопитающие
Мышь	4,5–12	8,6–9		Млекопитающие
Кролик		8 (LD _{50/30} дней)		Млекопитающие
Черепаша		15 (LD _{50/30} дней)		Рептилии
Золотая рыбка		20 (LD _{50/30} дней)		Рыбы
<i>Escherichia coli</i>	60		60	Бактерии
Рыжий таракан		64		Насекомые
Моллюск		200 (LD _{50/30} дней)		–
Плодовая мушка	640			Насекомые
Амеба		1000 (LD _{50/30} дней)		–
Бракониды	1800			Насекомые
<i>Milnesium tardigradum</i>	5000			Eutardigrada
<i>Deinococcus radiodurans</i>	15000			Бактерии
<i>Thermococcus gammatolerans</i>	30000			Археи

LD₅₀ – средняя летальная доза, т. е. доза, убивающая половину организмов в опыте;

LD₁₀₀ – летальная доза, убивающая все организмы в эксперименте.

Допустимые уровни содержания радионуклидов стронция
в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)

Наименование продукта	Допустимые уровни стронция-90 (Бк/кг, Бк/л)
Вода питьевая	0,37
Молоко и цельномолочная продукция	3,7
Хлеб и хлебопродукты	3,7
Картофель	3,7
Детское питание всех видов в готовом для употребления виде	1,85

Допустимые уровни содержания радионуклидов цезия в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)

Наименование продукта	Допустимые уровни цезия-137 (Бк/кг, Бк/л)
Вода питьевая	10
Молоко и цельномолочная продукция	100
Молоко сгущенное и концентрированное	200
Творог и творожные изделия	50
Сыры сычужные и плавленые	50
Масло коровье	100
Говядина, баранина и продукты из них	500
Свинина, птица и продукты из них	180
Хлеб и хлебобулочные изделия	40
Картофель и корнеплоды	80
Мука, крупы, сахар	60
Жиры растительные	40
Жиры животные и маргарин	100
Овощи и корнеплоды	100
Фрукты	40
Садовые ягоды	70
Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод	74
Дикорастущие ягоды	185
Грибы свежие	370
Грибы сушеные	2500
Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	37
Прочие продукты питания	370

Средние дозы известковых материалов для известкования кислых почв пахотных земель, загрязненных радионуклидами (т/га CaCO₃)

Группы почв	Содержание гумуса, %	рН солевой вытяжки							
		4,25 и ниже	4,26–4,50	4,51–4,75	4,76–5,00	5,01–5,25	5,26–5,50	5,51–5,75	5,76–6,00
Минеральные									
Песчаные	менее 1,50	8,0	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5	–	–
	1,51–3,00	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	–	–
	более 3,00	9,0	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	–	–
Рыхлосупесчаные	менее 1,50	10,0	9,0	8,5	7,0	5,5	5,0	3,0	–
	1,51–3,00	10,5	9,5	9,0	8,0	6,5	6,0	3,5	–
	более 3,00	11,0	10,0	9,5	8,5	7,5	7,0	4,5	–
Связносупесчаные	2,0 и менее	12,0	10,5	10,0	9,0	8,0	6,5	5,0	4,0
	более 2,0	13,0	11,5	11,0	10,0	8,5	7,0	5,5	4,5
Легко- и среднесуглинистые	2,0 и менее	15,0	14,0	13,0	12,0	11,0	9,5	7,0	6,0
	более 2,0	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0	10,5	8,0	7,0
Торфяные									
Торфяные	–	13,0 (19,0)*	10,0	7,5	5,0	–	–	–	–

* Для почв с рН 4,0 и ниже.

Средние дозы известковых материалов для известкования кислых почв сенокосов и пастбищ (т/га CaCO₃)

Группы почв	рН солевой вытяжки							
	4,25 и менее	4,26–4,50	4,51–4,75	4,76–5,00	5,01–5,25	5,26–5,50	5,51–5,75	5,76–6,00
Плотность загрязнения Cs-137 – 1,0–4,90, Sr-90 – 0,15–0,29 Ки/км ²								
Песчаные	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–	–
Рыхлосупесчаные	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–
Связносупесчаные	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	4,5	4,0	3,5
Суглинистые и глинистые	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,0	5,0	4,0
Торфяные	13,0 (19,0) *	10,0	7,5	5,0	–	–	–	–
Плотность загрязнения Cs-137 – 5,0–40,0, Sr-90 – 0,30–3,0 Ки/км ²								
Песчаные	9,0	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	–	–
Рыхлосупесчаные	11,0	10,0	9,5	8,5	7,5	7,0	4,5	–
Связносупесчаные	13,0	11,5	11,0	10,0	8,5	7,0	5,5	4,5
Суглинистые и глинистые	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0	10,5	8,0	7,0
Торфяные	13,0 (19,0)*	10,0	7,5	5,0	–	–	–	–

*Для почв с рН 4,0 и ниже.

Нормативы потребности в фосфорных удобрениях (кг/га в год)
на загрязненных радионуклидами землях

Почвы	Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	Основные дозы P ₂ O ₅ , кг/га	Дополнительные дозы P ₂ O ₅ (кг/га) при плотности загрязнения, Ки/км ²		
			Cs 1,0– 4,9 Sr 0,15– 0,29	Cs > 5,0– 14,9 Sr > 0,30– 0,99	Cs 15,0– 40,0 Sr 1,00– 3,00
Пахотные земли					
Дерново- подзолистые, дерновые	менее 60	45	15	30	45
	61–100	40	10	20	30
	101–150	35	5	10	15
	151–250	20	–	5	10
	251–400	10	–	–	–
Торфяно- болотные	менее 200	60	20	40	60
	201–300	45	15	30	45
	301–500	30	10	20	30
	501–800	20	–	5	10
	800–1200	10	–	–	–
Улучшенные луговые земли					
Дерново- подзолистые, дерновые	менее 60	35	15	30	45
	61–100	30	10	20	30
	101–150	25	5	10	15
	151–250	10	–	5	10
	251–400	–	–	–	10
Торфяно- болотные	менее 200	55	15	30	45
	201–300	40	10	20	30
	301–500	35	5	10	15
	501–800	20	–	5	10
	800–1200	–	–	–	–

Нормативы потребности в калийных удобрениях (кг/га в год)
на загрязненных радионуклидами землях

Почвы	Содержание K ₂ O, мг/кг почвы	Основные дозы K ₂ O, кг/га	Дополнительные дозы K ₂ O (кг/га) при плотности загрязнения, Ки/км ²		
			Cs 1,0–4,9 Sr 0,15–0,29	Cs > 5,0–14,9 Sr > 0,30–1,99	Cs 15,0–40,0 Sr 2,00–3,00
Пахотные земли					
Дерново-подзолистые, дерновые	менее 80	100	50	100	150
	81–140	90	30	60	90
	141–200	80	20	40	60
	201–300	55	15	30	45
	более 300	25	–	–	–
Торфяно-болотные	менее 200	140	40	80	120
	201–400	120	30	60	90
	401–600	100	20	40	60
	601–1000	60	10	20	30
	более 1000	30	–	–	–
Улучшенные луговые земли					
Дерново-подзолистые, дерновые	менее 80	80	40	80	120
	81–140	70	30	60	90
	141–200	60	20	40	60
	201–300	45	15	30	45
	более 300	20	–	–	–
Торфяно-болотные	менее 200	100	40	80	120
	201–400	90	30	60	90
	401–600	80	20	40	60
	601–1000	60	10	20	30
	более 1000	30	–	–	–

Учебное издание

Близнюк Наталья Александровна,
Дайнеко Татьяна Михайловна

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ.
ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *Т. А. Непарко*
Редактор *Г. В. Анисимова*
Корректор *Г. В. Анисимова*
Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*
Дизайн обложки *Д. О. Михеевой*

Подписано в печать 01.08.2025. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 6,74. Уч.-изд. л. 5,27. Тираж 99 экз. Заказ 297.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.