Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А. И. Юсов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕВООБОРОТОВ И ПОЛЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
35.04.04 – Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 631.582

Рецензент
кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии
Е. А. Барановская

Юсов, А. И.

Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 35.04.04 – Агрономия / А. И. Юсов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 81 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке и выполнению практических занятий для направления подготовки 35.04.04 – Агрономия, форма обучения очная, заочная.

Табл. 18, список лит. – 2 наименования

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 31 октября 2022 г., протокол № 11.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 24 октября 2022 г., протокол № 4

УДК 631.582
© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Юсов А. И., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……. 4
1. Методические рекомендации по изучению дисциплины……. 6
2. Методические рекомендации по подготовке и выполнению практических занятий…….. 64
3. Методические рекомендации по подготовке к текущей аттестации…… 75
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы…… 77
5. Учебная литература и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента…….. 79
Библиографический список…….. 80

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области проектирования технологий возделывания полевых культур, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии.

Проектирование технологий возделывания полевых культур, раздел агрономии, изучающий выбор сельскохозяйственных культур, который определяется агроэкологическими условиями, хозяйственными и рыночными потребностями и производственно-ресурсным потенциалом товаропроизводителя.

В течение последних пятидесяти лет аграрный мир находится в состоянии перманентной технологической революции, которая началась в 1960-х г. с создания интенсивных сортов зерновых культур с потенциалом урожайности 10 т/га и более.

В России интенсивное технологическое преобразование земледелия началось в 80-х г. прошлого столетия с масштабного освоения зональных систем земледелия. В это время началась компания по освоению интенсивных технологий возделывания зерновых культур. Теоретическими предпосылками ее послужили исследования отечественных ученых по программированию урожайности сельскохозяйственных культур.

Дисциплина «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» относится к основной профессиональной образовательной программе высшего образования (магистратура) по направлению подготовки 35.04.04 – Агрономия, профиль Адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

При реализации дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» организуется практическая подготовка путем проведения практических и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» обучающийся должен:

знать:

– научные основы севооборотов;

– предшественников сельскохозяйственных культур;

– классификацию и организацию севооборотов;

уметь:

– составлять схемы севооборотов, планы их освоения при различной степени интенсификации технологий;

– давать агроэкономическую оценку севооборотам;

владеть:

– методиками составления схем севооборотов при различных агротехнологиях.

Для успешного освоения дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к лабораторным и практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных и практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Количество часов, очная форма обучения	Количество часов, заочная форма обучения
1	Введение в дисциплину. Проектирование севооборотов	2	2
2	Система обработки почвы и посева	2	–
3	Система удобрения сельскохозяйственных культур и химические мелиорации	2	2
4	Формирование принципов защиты растений от вредных организмов при проектировании агротехнологий	4	–
Итого		10	4

Тема 1. Введение в дисциплину. Проектирование севооборотов

Ключевые вопросы темы

Выбор и размещение сельскохозяйственных культур и агротехнологий. Разработка агроэкологических карт. Функции и критерии формирования севооборотов. Оценка предшественников. Проектирование полей севооборотов и производственных участков. Организация территории севооборотов. Паспортизация полей и производственных участков.

Содержание темы занятия

Развитие сельскохозяйственного производства, повышение его продуктивности неразрывно связаны с интенсификацией отрасли, одним из важнейших условий которой является рациональное применение удобрений и других средств химизации. Это основной путь увеличения урожайности и валовых сборов возделываемых культур, создания прочной кормовой базы для животно-

водства. Главными критериями успешного развития растениеводства сегодня являются высокая продуктивность, устойчивость и рентабельность.

Продуктивность сельскохозяйственных культур обусловливается многими факторами, оказывающими как положительное, так и негативное влияние на их рост и развитие. Поэтому для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур важно контролировать состояние их посевов и с помощью соответствующих агротехнических мероприятий и комплекса доступных средств химизации управлять ростом и развитием сельскохозяйственных культур, воздействуя на почву и растения таким образом, чтобы снизить отрицательные и усилить положительные действия факторов жизни. Разумное сочетание технологических и биологических факторов интенсификации с целью реализации генетического потенциала сортов и гибридов сельскохозяйственных растений в ходе продукционного процесса и формирования урожая возможно только при использовании интегрированных агротехнологий в растениеводстве.

Современный подход к управлению продуктивностью сельскохозяйственных культур имеет комплексный характер и должен формироваться по принципам, которые учитывают особенности фотосинтеза, морфогенеза и минерального питания, и обеспечивают управления ими. Первоочередной задачей такого подхода является максимальное нивелирование препятствующих факторов сближения биологического потенциала культуры (сорта) с фактическим. Этому способствует использование интегрированных систем применения удобрений (минеральных и органических), химических мелиорантов, средств защиты растений, регуляторов роста и развития растений, биопрепаратов.

Интегрированная система управления продуктивностью сельскохозяйственных культур и качеством урожая – это комплексное решение с применением целого ряда технологических приемов, объединенных в одну информационно-управляющую систему. Главное преимущество интегрированных систем – взаимосвязанные данные о почвенных ресурсах, климате, состоянии посевов и имеющихся в распоряжении сельхозтоваропроизводителей ресурсов.

Интегрированные системы применения средств химизации формируются на общих принципах, но для каждой культуры и каждой зоны возделывания требуется детальная проработка схем такой интеграции.

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению продукционным процессам сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективности.

Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений.

Основная цель формирования агротехнологий, основанных на интегрированном применении средств химизации, заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность сельскохозяйственной культуры и качества продукции.

Традиционно различают четыре категории агротехнологий:

1. Экстенсивные технологии, ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других химических средств или с очень ограниченным их использованием и применением районированных сортов сельскохозяйственных культур.

2. Нормальные (типовые) технологии, обеспеченные минеральными удобрениями и пестицидами в том минимуме, который позволяет поддержать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме.

3. Интенсивные технологии, рассчитанные на получение планируемого урожая высокого качества и обеспечивающие оптимальное минеральное питание растений и защиту от болезней, вредных организмов. Интенсивные технологии предполагают применение интенсивных сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала. Интенсивные агротехнологии обеспечивают достижение максимальной окупаемости производственных затрат и гарантируют получение хорошей урожайности и качества продукции основных культур в оптимальных для их возделывания регионах. Это достигается за счет оптимального уровня минерального питания растений, защиты их от наиболее опасных болезней, вредителей и сорняков, а также от полегания.

4. Высокие технологии, рассчитанные на достижение урожайности культуры, близкой к её биологическому потенциалу с заданным качеством продукции при минимальных экологических рисках в оптимальных для их возделывания природно-сельскохозяйственных зонах. Они ориентированы на использование техники координатного земледелия, современных средств химизации и информационных технологий. В этих технологиях достигается максимальная интеграция агрохимических мероприятий с учетом их системного взаимодействия. Это достигается за счет максимальной реализации биологического потенциала современных сортов и гибридов, полной компенсации выноса питательных веществ растениями, комплексной защиты посевов от болезней, вредителей, сорняков, регулирования роста и развития растений, а также регулирования микробиологического состояния почвы.

Фактический уровень интенсивности агротехнологий в хозяйстве следует выбирать в зависимости от производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя, так как упрощения агротехнологий и необоснованные сокращения технологических операций сводят на нет все усилия и затраты.

В сельскохозяйственной практике снижение продуктивности сельскохозяйственных культур и рост затрат зачастую объясняется двумя основными составляющими – «не так, как нужно» и «не своевременно».

Сегодня в отечественном земледелии на первый план выходит экономическая целесообразность агротехнологий: ориентир не на рекордные урожаи любой ценой при больших дозах использования средств химизации, а на доход, который будет получен с гектара сельскохозяйственных угодий.

Эффективность традиционных и инновационных форм удобрений и других средств химизации определяется как уровнем потенциального почвенного плодородия, так и степенью обеспеченности растений элементами питания в

отдельные периоды их роста и развития (т. е. своевременностью выполнения агрохимических мероприятий). Поэтому обязательным элементом совершенствования систем удобрения сельскохозяйственных культур как элемента инновационных и интегрированных агротехнологий является более полный учет состояния плодородия почв.

Типовые рекомендации по применению минеральных удобрений и средств защиты растений рассчитаны на усредненные почвенные и климатические условия, но они должны быть достаточно гибкими и допускать оперативную модификацию в соответствии с конкретными погодными условиями, фитосанитарным состоянием посевов в соответствующий период времени и обязательно учитывать реальное наличие финансовых и материально-технических ресурсов. Только в этом случае современные агротехнологии станут действенным средством роста продуктивности сельскохозяйственного производства и целенаправленного управления плодородие почв сельскохозяйственных угодий. Своевременная корректировка агротехнологий в период вегетации растений, в том числе мероприятий по использованию удобрений, регуляторов роста, средств защиты растений, связанная с динамичностью погодных условий, способствует росту продуктивности сельскохозяйственных культур и качества урожая.

Адаптация агротехнологий к локальным почвенно-климатическим условиям и реально складывающимся погодным условиям в конкретном году позволяет более полно и эффективно использовать природные ресурсы каждого поля в хозяйстве, что содействует устойчивости урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, обеспечивает высокое качество и безопасность растениеводческой продукции.

Для корректировки технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур с учетом складывающихся агрометеорологических условий рекомендуется проводить:

– комплексное агрохимическое обследование всех сельскохозяйственных угодий;

– оценку содержания в почве минерального азота (для корректировки доз азотных удобрений), а в отдельных зонах оценку содержания нитратного азота в метровом слое почвы;

– оценку содержания макро- и микроэлементов в надземной массе растений или индикаторных органах растений (для обоснования специальных подкормок);

– оценку фитосанитарного состояния посевов для разработки интегрированной системы защиты растений в период вегетации, включающей оценку степени засоренности посевов и оценку степени поражения посевов вредителями и болезнями;

– измерение плотности почвы пахотного слоя после посева и перед уборкой урожая;

– оценку запаса продуктивной влаги перед началом посевных работ, в начале вегетационного периода и по основным фазам развития сельскохозяйственных культур.

Интегрированное применение средств химизации в агротехнологиях включает в себя:

– комплекс агрохимических мероприятий по поддержанию почвенного плодородия (оптимизация параметров почвенного плодородия путем известкования, гипсования, фосфоритования, внесения минеральных и органических удобрений с учетом типа севооборота)

– предпосевную обработку посевного и посадочного материала комплексом средств химизации (фунгицидами, регуляторами роста растений, микроэлементами);

– систему удобрений под планируемый урожай сельскохозяйственной культуры (дозы, сроки, приемы и способы внесения удобрений, учет особенностей форм удобрений);

– систему защиты растений соответствующей культуры (максимально возможное и целесообразное сочетание агрохимических и защитных мероприятий).

Воспроизводство плодородия почв и повышение урожайности сельскохозяйственных культур должны осуществляться на основе сочетания агротехнических, мелиоративных и агрохимических приемов в следующей последовательности: сначала оптимизируют агротехнику, затем устраняют такие основные лимитирующие факторы, как кислотность и эрозионные процессы – проводят известкование и защиту почв от эрозии и дефляции, далее оптимизируют систему питания и защиты растений и при необходимости используют регуляторы роста и биопрепараты.

При разработке системы удобрений в севообороте или под конкретную культуру предварительно необходимо оценить:

– климатические ограничения;

– ограничения, вызванные состоянием почвенного плодородия;

– ресурсные ограничения (финансы, техника и персонал для выполнения агротехнических работ, возможности по ГСМ, минеральным и органическим удобрениям и др.).

Непосредственное принятие конкретных решений, начинается с выбора и размещения сельскохозяйственных культур, их сортов и технологий возделывания. Определяющими обстоятельствами в данном отношении являются степень соответствия агроэкологических условий землевладения или землепользования агроэкологическим требованиям сельскохозяйственных культур, имеющих спрос на рынке (прямо через продукцию растениеводства или косвенно через продукцию животноводства), и эффективность их возделывания.

Система агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур включает перечисленные ниже требования их к различным агроэкологическим условиям и оценки их средообразующего влияния.

1. Потребность растений в агроклиматических ресурсах:

– длительность вегетационного периода;

– сумма активных температур (>10°);

– биологический минимум температур при появлении всходов;

– биологический минимум температур для формирования вегетативных органов, генеративных органов, плодоношения;

– хозяйственно благоприятные температуры для формирования вегетативных, генеративных органов и плодоношения;

– биологический минимум температур при перезимовке;

– коэффициент транспирации;

– коэффициент водопотребления; жаровыносливость; требования к освещенности.

2. Требования сельскохозяйственных растений к почвенным условиям:

– отношение к гранулометрическому составу;

– плотность;

– глубина залегания плотных пород;

– отношение растений к влагообеспеченности почв;

– коэффициент завядания;

– оптимум влажности почвы в течение вегетации;

– устойчивость к затоплению;

– отношение к грунтовым водам;

– потребность в элементах питания и характер их потребления;

– отношение к реакции среды;

– чувствительность к повышенному содержанию подвижных алюминия и марганца;

– солеустойчивость;

– солонцеустойчивость;

– отношение растений к карбонатности почв;

– отношение растений к эродированным и техногенно-нарушенным почвам;

– отношение к фитосанитарным условиям;

– чувствительность к загрязнению почв тяжелыми металлами.

3. Отношение растений к геоморфолого-литологическим условиям:

– отношение к рельефу, отношение к литологическим условиям почв и почвообразующих пород.

4. Оценка сельскохозяйственных культур по влиянию на почвы и ландшафты в связи с их биологическими особенностями и технологиями возделывания:

– оценка культур по влиянию на структурное состояние и сложение почв;

– оценка культур по количеству растительных остатков, поступающих в почву и на поверхность и их качественному составу;

– оценка культур по влиянию на устойчивость почв к эрозии;

– оценка растений по характеру их влияния на водный режим почв;

– оценка растений по способности к симбиотической и ассоциативной азотфиксации;

– оценка фитомелиоративного влияния растений на почву;

– оценка культур по влиянию на фитосанитарное состояние.

Далеко не все аспекты агроэкологической оценки растений разработаны с достаточной полнотой, особенно почвенные, некоторые трудно поддаются

формализации. Часть критериев агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур имеют описательный характер и основываются на практическом опыте. Тем не менее обширный фактический материал позволяет достаточно эффективно решать эту задачу при формировании современных агротехнологий.

После обоснования специализации производства с учетом прогнозов конъюнктуры рынка и соответственно объемов продукции растениеводства приступают к разработке карт пригодности земель для возделывания требуемых сельскохозяйственных культур, то есть агроэкологических карт. Данная работа выполняется на основе группировки видов земель по агроэкологическим ограничениям возделывания сельскохозяйственных культур. Из видов земель первой категории, т. е. не имеющих экологических ограничений для конкретной культуры, составляется агроэкологический тип земель, в пределах которого возможно применение высоких агротехнологий без каких-либо специальных мероприятий. Из других категорий земель формируются агроэкологические типы, в пределах которых интенсивное и экологически безопасное возделывание той же культуры возможно при выполнении специальных почвозащитных или мелиоративных мероприятий и специальной организации территории.

Для каждой востребованной на рынке культуры проводится оценка возможности и условий ее возделывания на землях различных категорий. Данная работа выполняется на основе электронной карты агроэкологических групп и видов земель путем сопоставления требований растений по всему набору параметров с агроэкологическими параметрами каждого элементарного участка земель, представленными в банке данных элементарного ареала агроландшафта (ЭАА). Каждому ЭАА, в зависимости от его агроэкологических характеристик, присваиваются категории пригодности для возделывания различных культур в соответствии с группировкой элементарных ареалов агроландшафта по пригодности для использования под различные культуры. Данный этап, отличающийся большой трудоемкостью, хорошо поддается автоматизации.

Методом автоматизированной сортировки и выборки ЭАА по категориям пригодности формируются электронные агроэкологические карты пригодности земель для возделывания отдельных культур.

Мотивация размещения и составления севооборотов определяется прежде всего агроэкологическими факторами. Определяющим является размещение полей севооборотов в пределах агроэкологических типов земель, т.е. в условиях, соответствующих биологическим требованиям сельскохозяйственных культур. Агрономические функции севооборотов включают: регулирование режима органического вещества почвы и минеральных элементов питания; поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы; регулирование водного баланса агроценозов; предотвращение процессов эрозии и дефляции; уменьшение засоренности посевов; регулирование фитосанитарного состояния почвы.

Экологически обусловленное размещение сельскохозяйственных культур эффективно и в экономическом отношении, и в природоохранном, поскольку учитывается средообразующее влияние культур и технологий их возделывания.

Там, где площади земель тех или иных агроэкологических типов не позволяют развернуть севооборот в пространстве, чередование культур осуществляется лишь во времени (однопольный севооборот). Это важно и в связи с изменяющейся конъюнктурой рынка, когда товаропроизводителям приходится менять структуру посевных площадей. Помимо природных факторов проектирование севооборотов различных типов и размеров определяется социально-экономическими условиями: специализацией производства, формами организации труда, обеспеченностью трудовыми ресурсами, технической оснащенностью и др.

Формирование севооборотов — многоплановая задача, связанная с поиском компромиссов между экологическими и социально- экономическими условиями производства. Экологические функции севооборотов нередко находятся в противоречии с требованиями специализации производства, когда товаропроизводитель сокращает набор культур, требующих различных технологических комплексов по возделыванию, хранению, переработке, и концентрирует их производство в специализированных севооборотах.

Преимущества специализации сельскохозяйственного производства обусловлены снижением потребности в технических средствах, использованием наиболее эффективных достижений научно-технического прогресса, современных средств автоматизации, снижением потребности в специалистах и повышением их профессионального уровня, возможностью совершенствования технологий с целью повышения качества продукции. Ограничения, налагаемые социальными условиями, еще более сужают свободу выбора. Чем больше видов продукции производит хозяйство, тем сложнее организовать их производство и труднее выдерживать конкуренцию, особенно для малочисленных коллективов.

Современные достижения в области химизации земледелия позволяют в определенной мере сгладить эти противоречия. При оптимальной обеспеченности удобрениями и пестицидами, использовании устойчивых к болезням сортов, биопрепаратов значение культурооборота в отношении регулирования минерального питания растений, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями ослабляется, возрастают возможности повторного возделывания культур. Задача проектировщика заключается в том, чтобы найти компромиссное решение, не переходя, однако, предельные возможности насыщения севооборотов теми или иными культурами, установленные зональными НИИ сельского хозяйства для различных условий. Непреодолимым препятствием на пути углубления специализации севооборотов остается биологическое утомление почвы вследствие накопления колинов. Большинство других сдерживающих факторов может быть преодолено различными средствами, вопрос, однако, в степени их затратности и экологической безопасности.

Проектирование систем севооборотов и сенокосо-, пастбищеоборотов осуществляется применительно к агроэкологическим группам земель с учетом рассмотренных выше принципов. Полевые севообороты проектируются в пределах определенных агроэкологических типов земель. Довольно редко севооборотные массивы бывают однородными, когда не возникает проблем с выделением полей. Чаще всего на фоне преобладающего агроэкологического типа

земель (фонового) имеются включения сопутствующих типов земель различной контрастности, которые пригодны для возделывания данной культуры, но при различных уровнях интенсификации и соответственно разных технологиях. Такие земли выделяются в производственные участки в пределах полей севооборотов. На этих участках выполняются противоэрозионные, мелиоративные и другие мероприятия, приближающие условия возделывания культур к фоновым агроэкологическим типам. Для точных агротехнологий в пределах полей севооборотов выделяются производственные участки с высокой агроэкологической однородностью. Выделенные сильноконтрастные типы земель отводятся под участки постоянного залужения.

Размер производственного участка определяется, с одной стороны, требованиями экологической однородности, а с другой – социально-экономическими условиями. С уменьшением размеров участков увеличиваются удельные производственные затраты.

Проектирование полей севооборотов и производственных участков выполняется на основе агроэкологических карт пригодности земель под различные культуры, сопоставление которых позволяет выявить группы культур с близкими требованиями по условиям возделывания и соответствующие им территории. Это делается путем взаимного наложения агроэкологических карт-слоев. При совпадении контуров одних категорий пригодности для разных культур выделяются типы земель, на которых размещаются соответствующие севообороты.

Вначале решают задачу размещения севооборотов с наиболее требовательными культурами, например, озимой пшеницей, сахарной свеклой, кукурузой, соей на землях первой категории пригодных для высоких агротехнологий, если позволяет их площадь. Если она невелика, в севооборотный массив вовлекают плакорные земли второй категории, пригодные для этих культур с умеренными ограничениями (микрорельеф, умеренные по контрастности и сложности микрокомбинации почв и др.). Тогда возникает проблема пространственной дифференциации агротехнологий, которая решается выделением производственных участков в пределах севооборотных полей. Эти участки могут включать контуры солонцовых, переувлажненных, переуплотненных, эрозионно-опасных и других почв и микрокомбинаций, для которых проектируются локальные осушительные, противоэрозионные и другие мелиоративные мероприятия. В зависимости от мелиоративного состояния полей и производственных участков выбирается уровень интенсификации агротехнологий. В случае неустранимых лимитирующих факторов практикуется адаптационный подход. В частности, на полях с локально выраженным западинным микрорельефом выделяются наиболее однородные плоские производственные участки под интенсивные технологии возделывания озимой пшеницы, очень чувствительной к вымоканию в замкнутых микропонижениях. Еще более высоки агроэкологические требования к производственным участкам, выделяемым под точные агротехнологии.

Исчерпав возможности размещения наиболее прихотливых культур, проектируют севооборотные массивы для менее требовательных культур соответственно на менее благополучных землях.

В числе плакорных земель таковыми могут быть, например, земли легкого гранулометрического состава, для которых можно составить севообороты с участием озимой ржи, картофеля, проса, люпина и т. п.

В масштабах страны разработка севооборотов должна осуществляться применительно к различным природно-сельскохозяйственным зонам, провинциям и агроэкологическим группам земель, которым соответствуют определенные группы сельскохозяйственных культур их и технологии возделывания.

В качестве стабилизирующих элементов севооборотов издавна практикуется чистый пар в засушливых районах и многолетние травы в условиях переувлажнения. В экстенсивном земледелии эти категории выступали как непременное условие его устойчивости, особенно в отношении регулирования фитосанитарной ситуации и водного режима агроценозов. По мере интенсификации систем земледелия, применения минеральных удобрений, пестицидов, новых агротехнологий роль их существенно корректируется с учетом их достоинств и недостатков.

Многолетние травы в севообороте освобождают агроценозы от факторов почвоутомления, улучшают фитосанитарную ситуацию, предохраняют почву от ветровой и водной эрозии, обогащают ее органическим веществом, а бобовые многолетние травы – биологическим азотом. Они создают в почве мощную корневую систему, после уборки оставляют большую массу корней, оказывая положительное влияние на агрофизические свойства почвы, ее структуру, особенно в таежно-лесной зоне и северной лесостепи. В степной зоне многолетние травы менее продуктивны и сильно иссушают почву. Чем засушливее условия, тем меньше значение многолетних трав как предшественника. В условиях орошения их роль резко возрастает в любой зоне. В условиях переувлажнения они играют роль насоса, откачивающего избыток влаги и нормализующего водный режим.

Чистый пар – одна из наиболее противоречивых категорий в земледелии. При всем значении чистого пара ему присущи такие серьезные недостатки, как повышенная эрозионная опасность, сокращение поступления в почву растительных остатков, чрезмерная минерализация органического вещества, потери азота вследствие миграции нитратов за пределы корнеобитаемого слоя, высокий непроизводительный расход влаги. Из-за этих недостатков чистый пар оказывается своего рода данью ради устойчивости производства зерна и некоторых других культур, поскольку его роль связывается с созданием определенной влагообеспеченности посевов, преодолением засоренности, накоплением минерального азота в почве, улучшением фитосанитарной ситуации, снижением напряженности полевых работ в периоды максимальных нагрузок, получением высококачественного зерна.

В значительной мере избыток чистого пара был следствием чрезмерной специализации хозяйств на производстве пшеницы и ограниченного ассортимента сельскохозяйственных культур. Сегодня происходит экологически и эко-

номически обусловленный процесс диверсификации севооборотов и постепенного сокращения чистых паров в лесостепной зоне и умеренно засушливой степи за счет более наукоемких агротехнологий и современных агрохимических средств. В сухостепных районах, где чистый пар является условием определенной устойчивости производства зерна, альтернативы весьма ограничены. По мере приближения к полупустыне в качестве альтернативы выступает смена зерновой специализации производства на овцеводство и др.

Таким образом, решая задачу оптимизации доли чистого пара или его целесообразности, следует исходить из того, насколько его функции могут быть заменены другими средствами. Если регулирование минерального питания и фитосанитарной ситуации достигается применением удобрений, обработки почвы и пестицидов, а производственные пиковые нагрузки снимаются дополнительными производственными ресурсами, то главным критерием чистого пара или замены его занятым становится влагообеспеченность.

В эрозионных ландшафтах на почвах, подверженных смыву, чистый пар должен быть повсеместно исключен. В условиях проявления ветровой эрозии практикуется полосное размещение чистых паров в чередовании с полосами зерновых культур, а при необходимости и многолетних трав. Обязательное условие – оставление на поверхности пожнивных остатков, измельченной соломы и создание кулис из высокостебельных растений.

По мере интенсификации и экологизации земледелия чистые пары уступают место занятым там, где это возможно по условиям влагообеспеченности. Усиливается роль сидеральных паров.

Сидеральным паром называют пар, занятый растениями, которые выращивают для использования в качестве мульчи и источника лабильного органического вещества. На бедных почвах на первый план выходит роль сидератов как зеленого удобрения, на богатых почвах особенно важна их роль в предотвращении водной и ветровой эрозии. Благодаря хорошо развитой корневой системе и обогащению почвы органическим веществом сидераты способствуют улучшению структуры и водопроницаемости почвы. При использовании бобовых сидератов накапливается доступный азот. Сидеральные культуры существенно улучшают фитосанитарную ситуацию в посевах. Во время цветения они дополнительно привлекают насекомых-опылителей и хищных энтомофагов, полезных для борьбы с вредителями.

Промежуточные культуры. Таковыми называют культуры, которые выращивают в интервале времени, свободного от выращивания основных культур севооборота. В зависимости от сроков и способов посева, а также периода возделывания их делят на подсевные, пожнивные, поукосные и озимые. Подсевные культуры под покров основной культуры (яровой или озимой) и убирают осенью того же года. Они усиленно растут после уборки покровной культуры и продолжают развиваться до заморозков. Пожнивные и поукосные культуры высевают после уборки основной культуры и убирают в этом же году. Поукосные культуры отличаются от пожнивных более ранних сроков посева. Пожнивной и поукосной может быть одна и та же культура. Например, кукуруза будет пожнивной, если высевается после уборки на зерно озимой ржи и пшеницы, и

поукосной, если высевается после уборки озимых на зеленый или другие виды кормов. Озимые культуры высевают под покров или после уборки основной культуры и убирают в следующем году весной до посева основной культуры.

Используют промежуточные культуры преимущественно на корм скоту в различных видах (зеленый корм, сенаж, силос, сенная мука), а также на зеленое удобрение. В южных районах с достаточным увлажнением или на орошаемых землях с длительным вегетационным периодом некоторые из них дают полноценный второй урожай с одной и той же площади. Увеличивая выход продукции с 1 га, промежуточные культуры одновременно обогащают почву органическим веществом. Они способствуют подавлению вредных организмов. Это эффективный прием борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. Их уничтожают при обработке почвы под второй урожай и в процессе ухода за посевами. Сорняки, кроме того, биологически подавляются промежуточными посевами и скашиваются к фазе плодоношения. Промежуточные посевы являются одним из средств преодоления водной и ветровой эрозии. Выращивание двух урожаев в год улучшает структурное состояние пахотного слоя. В узкоспециализированных севооборотах промежуточные культуры ослабляют негативные последствия повторных посевов. При выращивании промежуточных культур на сидеральное удобрение значительно улучшается фитосанитарное состояние полей.

Проектирование севооборотов на землях различных агроэкологических групп имеет свою специфику. На эрозионных землях оно осуществляется с учетом нормативов допустимого смыва почвы, а стало быть, затрат на его предотвращение, которые возрастают по мере усложнения ландшафта. В отличие от массивов плакорных земель, эрозионные земли характеризуются большой неоднородностью, что сильно осложняет проектирование полей севооборотов. Соответственно уменьшаются размеры полей, увеличивается количество производственных участков, сокращается набор культур, возрастает разнообразие технологий их возделывания по агроэкологическим условиям при ограниченных возможностях интенсификации. На склоновых землях длина и ширина полей и производственных участков выбирается так, чтобы обеспечить снижение интенсивности эрозионных процессов и высокопроизводительное использование техники. На однородных прямых склонах размещение длинных сторон полей и рабочих участков проводится прямолинейно вдоль основного направления горизонталей. Ширина участков по возможности устанавливается с учетом эрозионного разбега. Если это условие не выдерживается, усиливают требования к другим элементам земледелия (обработке почвы и др.) с точки зрения обеспечения защиты почвы от эрозии.

В данном отношении большой интерес представляет использование пожнивных культур в качестве почвозащитных. В отличие от традиционной практики запахивания пожнивных культур, при почвозащитной технологии уходящий в зиму стеблестой способствует снегозадержанию, а весной сдерживает твердый сток. С помощью этого приема и перехода к прямому посеву становится возможным возделывание кукурузы на эрозионных землях, по крайней мере на слабоэрозионных. В частности, после озимой пшеницы и ячменя про-

изводят измельчение и разбрасывание соломы с последующим прямым посевом горчицы с оставлением стеблестоя в зиму. Весной производят прямой посев кукурузы. Созданная мульча в значительной мере препятствует размыву почв, способствует уменьшению физического испарения влаги, угнетает сорняки. После уборки кукурузы создается мульча из измельченных стеблей, которая также обеспечивает соответствующий защитный эффект. Такая технология позволяет более эффективно использовать повышенную теплообеспеченность южных склонов, открывая возможность возделывания более поздних и, следовательно, более урожайных гибридов кукурузы.

Не менее сложную задачу представляет проектирование севооборотов на *переувлажненных землях*. Здесь приходится учитывать необычайное многообразие структур почвенного покрова и почв, сильно различающихся по своим свойствам. Присутствие в пределах севооборотных полей контрастных комбинаций почв резко снижает эффективность их использования, о чем свидетельствует печальный опыт известных кампаний по осушению этих земель. Необходимо особо точное проектирование производственных участков с заданными параметрами мелиорации почв и агротехнологий. При этом следует избегать включения в поля севооборотов мозаик вследствие неустранимой их контрастности, а также ташетов с близким подстиланием супесчаных почв глинами. После планировки таких полей в процессе гидротехнических мелиораций ташеты часто превращаются в мозаики.

При проектировании полевых севооборотов на *солонцовых комплексах* следует ориентироваться в основном на так называемые малосолонцовые земли, то есть комплексы черноземов с солонцами 10–30 %. Поля и производственные участки в южной лесостепи и степной зоне могут быть довольно большими. При их организации учитывают необходимость выборочной мелиорации солонцовых пятен, затрудняющих эффективность использования фоновых почв. Из-за солонцовых пятен не только снижается урожайность, но и качество продукции вследствие неравномерности роста и развития растений, возрастают экономические издержки, ограничиваются возможности применения интенсивных агротехнологий. Производственные участки создаются на контурах с повышенной концентрацией солонцовых пятен, особенно при таком пестром их расположении, когда приходится ориентироваться на сплошное гипсование участка.

В сложных ландшафтах, где выделение однородных по агроэкологическим условиям участков невозможно и приходится включать различные контрастные комбинации почв, агротехнологии выбираются по худшему компоненту. Нередко приходится выделять внесевооборотные участки, на которых предусматривается чередование культур во времени.

Выбор культур определяется текущей конъюнктурой рынка, и это обеспечивает маневренность производства наряду с относительно стабильным производством растениеводческой продукции в севооборотах.

Помимо почвенно-ландшафтных условий формирования полей и производственных участков немаловажное значение имеют эколого-биологические критерии. Например, размеры производственных участков под гречиху, люцер-

ну на семена в большой мере определяются условиями их опыления, а следовательно, близостью и количеством естественных биоценозов с соответствующими энтомофагами, а также возможностью организации микрозаказников, пчелиных пасек и т. п.

В проектах адаптивно-ландшафтного земледелия рассчитывают среднеклиматически обеспеченную урожайность полевых культур в принятых севооборотах для четырех уровней интенсификации агротехнологий по агроэкологическим группам земель. Для этого анализируют и обобщают опыт научно-исследовательских, опытных и учебных учреждений региона, материалы длительных полевых экспериментов, данные госсортосети, материалы агрохимслужбы, производственный опыт хозяйств.

Данные урожайности культур при экстенсивных и нормальных агротехнологиях экстраполируют непосредственно с производственных условий. При этом не следует отождествлять экстенсивные технологии, практикуемые по определенным правилам, с маргинальной агротехникой по принципу «посеял-убрал», что часто встречается на практике. Термины «нормальные» и «традиционные агротехнологии» также не следует отождествлять, поскольку последнее понятие недостаточно определенно.

Урожайность культур при интенсивных агротехнологиях приводят по данным производственных опытов НИИ и передовых хозяйств. Данные урожайности при высоких агротехнологиях приводятся по результатам научных полевых экспериментов.

Урожайность сельскохозяйственных культур, планируемых на год посева, рассчитывается с учетом конкретных условий (запасов влаги в почве, прогнозируемых осадков на период активной вегетации, теплообеспеченности и др.) по справочникам.

Важнейший принцип экологизации земледелия заключается в том, что поверхность почвы должна быть укрыта растительным покровом или растительными остатками. При этом наряду с пожнивными остатками следует оставлять на поверхности почвы измельченную солому, формируя так называемую мульчу – некий аналог лесной подстилки или степного войлока в дикой природе. Мульча защищает почву от ветровой и водной эрозии, от излишних потерь влаги на сток, от перегрева почвы. Она препятствует заплыванию поверхности почвы, образованию корки, сокращает физическое испарение влаги. В данной связи трансформируются технологии возделывания сидеральных культур в лесостепной и степной зонах. Оставление в зиму в стебле стоя поукосных и пожнивных культур обеспечивает высокий почвозащитный эффект на склоновых землях.

Проблема сохранения мульчи сопряжена с обеспечением соответствующей системы обработки почвы и посева. Первый опыт мульчирующей обработки почвы и стерневого посева реализовался в виде плоскорезной системы обработки почвы, созданной в 60-70-х гг. под руководством академика А. И. Бараева и примененной в восточных районах страны. В последующие годы в различных природных зонах и провинциях страны появились всевозможные комбинации с общей тенденцией минимизации почвообработки. Недостатки мелких

плоскорезных обработок, связанные с плотностью почвы, повышением засоренности, ухудшением условий минерального питания растений и др., устранялись прерыванием их глубокими безотвальными и отвальными обработками. В дальнейшем по мере интенсификации земледелия, применения минеральных удобрений и пестицидов существенно расширились возможности минимизации обработки почвы, в том числе прямого посева специальными посевными агрегатами. Сегодня эта проблема носит глобальный характер. Она активно дискутируется среди специалистов. В целом темпы освоения прямого посева, тем более систем «по-till», сравнительно невелики. Невелик этот опыт и в нашей стране. Активное полевое экспериментирование в данном направлении начато недавно. Тем не менее состояние разработанности проблемы оптимизации обработки в севооборотах позволяет принимать обоснованные практические решения. В интенсивных агротехнологиях их выбор требует достаточно высокой квалификации и проектных разработок.

В целом выбор оптимальной системы обработки почвы лежит в широком диапазоне всевозможных решений от традиционной системы вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, отвальных обработок и их комбинаций при различных уровнях минимизации. Этот выбор определяется экологическим разнообразием условий, требованиями сельскохозяйственных культур и уровнем интенсификации производства, в частности обеспеченностью агрохимическими ресурсами.

Для принятия решения необходимо отчетливо представлять функции почвообработки. В различных природных условиях они имеют весьма неодинаковое значение, а часть их могут выполнять севообороты и другие агротехнические и агрохимические приемы.

Контрольные вопросы:

1. Как производится группировка земель по агроэкологическим ограничениям при формировании севооборота?
2. Как формируются электронные агроэкологические карты?
3. Принципы подбора сорта при проектировании севооборотов?
4. Какие агрономические функции учитываются при формировании севооборотов?
5. На какие группы делятся культуры по отношению к бессменному и повторному выращиванию?
6. В чем выражается биологическая необходимость чередования культур?
7. Дайте характеристику предшественников по эффективности.
8. Достоинства и недостатки севооборотов с чистым паром?
9. Как проводится проектирование полей севооборотов?
10. Какова роль пожнивных посевов в севооборотах?
11. Применение ГИС-технологий при проектировании севооборотов.
12. Организация территории севооборотов с учетом агроэкологической группировки земель.
13. Принципы контурной организации территории?
14. Что такое семена в ботаническом понимании?
15. Как выполняется паспортизация полей?

Тема 2. Система обработки почвы и посева

Ключевые вопросы темы

Функции механической обработки почвы. Классификация систем обработки почвы и их основное содержание. Перспективы совершенствования систем обработки почвы. Посев и послепосевные обработки почвы.

Содержание темы занятия

Обработка почвы – это механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий, обеспечивающими создание наилучших условий для возделываемых культур. Это важное звено в системе агротехнических мероприятий.

Функции механической обработки почвы

Оптимизация плотности почвы и структурного состояния. На почвах, равновесная плотность которых близка к оптимальной для возделывания тех или иных культур, рыхлительная функция почвообработки теряет значение. Становится возможным ее сокращение или исключение, если другие функции почвообработки заменяются соответствующими средствами

На уплотняющихся почвах (солонцовых, кислых, заболоченных и др.) предпосылки для минимизации почвообработки могут быть созданы путем химических, агротехнических и других мелиораций. Особую роль в данном отношении играет обогащение почвы органическим веществом.

Регулирование водного баланса почв и ландшафтов. Роль обработки в данном отношении заключается в обеспечении перевода осадков в почвогрунтовую толщу, сокращении поверхностного стока и уменьшении физического испарения с поверхности почвы, особенно в условиях проявления засух. Эта задача связана с первой функцией и дополняется мульчированием поверхности почвы, противоэрозионной организацией территории, лесными и другими мелиорациями.

На уплотняющихся почвах традиционная вспашка в различных вариантах (с почвоуглублением, лункованием, гребневанием и др.) в определенной мере решает задачи уменьшения поверхностного стока. Однако серьезным недостатком вспашки являются заплывание поверхности, особенно на почвах с повышенной дисперсностью, подверженность смыву, размыву, дефляции. Более благоприятны в этом смысле безотвальные обработки с сохранением на поверхности пожнивных остатков и соломы, которые сдерживают развитие эрозии и дефляции, уменьшают физическое испарение, способствуют задержке снега и соответственно уменьшению промерзания почвы. Глубина мульчирующих обработок зависит от количества осадков, уклона, водопроницаемости почвы. Минимизация обработки почвы на склонах, особенно крутых, усиливает сток, хотя плоскостная эрозия ослабляется. При этом энергия поверхностного стока с плоскости склона переносится на берега гидрографической сети, в результате чего усиливается рост оврагов. По мере усложнения ландшафтов возрастает роль глубоких рыхлений. В целом необходим дифференцированный подход к глубине обработки на различных элементах рельефа. Глубокое рыхление необходимо на почвах с переуплотненным подпахотным слоем, особенно

под пропашные и другие требовательные культуры; а также на почвах, подверженных временному поверхностному переувлажнению.

Минимальные обработки эффективны в условиях более спокойного рельефа, более дефицитного водного режима и относительно благополучных в отношении фильтрационной способности почв, которая еще более усиливается за счет активизации биологического саморыхления.

Предотвращение эрозии и дефляции почвы. Функция защиты почв от водной эрозии связана с регулированием поверхностного стока, водопроницаемостью и структурным состоянием почв, т. е. с рассмотренными выше функциями. В защите почвы от дефляции главная задача – обеспечение на поверхности почвы определенного количества растительных остатков. Мульчирующие обработки в основном решают задачу защиты почвы от дефляции. Все другие известные противоэрозионные мероприятия имеют вспомогательное значение. Исходя из экологического императива, плоскорезная обработка должна доминировать в дефляционно-опасных районах, а ее недостатки должны быть компенсированы соответствующими мерами.

Роль мульчирующих обработок в предотвращении водной эрозии далеко не исчерпывающая, во всяком случае менее значительная, чем в случае дефляции. Тем не менее, в умеренно-эрозионных ландшафтах она может иметь определяющее значение. Проблема заключается в трудностях освоения мульчирующих обработок, в преодолении их недостатков, наиболее активно проявляющихся в гумидных районах.

Регулирование режима органического вещества и биогенных элементов, размещение удобрений и мелиорантов в пахотном слое. Интенсивность минерализации органического вещества зависит от характера и частоты механической обработки почвы. Наиболее активно этот процесс происходит при использовании почвы в системе вспашки. В экстенсивном земледелии вспашка является важным средством, способствующим высвобождению биогенных элементов из органического вещества, которое, в частности, служит главным источником азота. С этим связана традиционная забота о повышении биологической активности почвы, устранении дифференциации пахотного слоя, которая происходит в результате «прижимания» микрофлоры к поверхностным слоям почвы. Перемешивание почвы способствует инфицированию всего пахотного слоя и соответственно усилению процессов минерализации органического вещества во всем объеме почвы на фоне повышенной аэрации.

Безотвальная обработка наряду с предотвращением эрозионных потерь гумуса уменьшает его биологические потери. Дальнейшая минимизация обработки почвы еще более ослабляет процессы минерализации органического вещества. Соответственно уменьшается накопление минерального азота. В почвах степной зоны благодаря этому сокращаются потери нитратов в паровых полях вследствие их нисходящей миграции. На более увлажненных почвах, особенно в лесостепной и таежной зонах, при переходе на мульчирующие обработки снижается урожайность сельскохозяйственных культур из-за усиливающегося дефицита азота. Внесение азотных удобрений здесь становится условием эффективного освоения безотвальных и тем более минимальных обработок.

При мульчирующих обработках отмечается повышение содержания подвижных форм элементов, особенно фосфатов, в верхней части пахотного слоя. Такая дифференциация его по агрохимическим показателям, усиливаясь со временем, особенно при поверхностном применении фосфорных удобрений, приводит к недобору урожая по сравнению со вспашкой, ибо при локализации питательных веществ в поверхностном слое снижается их позиционная доступность растениям, особенно в засушливые периоды. Данный факт рассматривается многими авторами как повод для периодической вспашки плугом. Однако у этой точки зрения есть альтернатива (особенно в условиях высокой опасности дефляции) - внесение удобрений в среднюю и нижнюю части пахотного слоя комбинированными безотвальными орудиями.

Сложнее обстоит дело с внесением органических удобрений. По всем правилам они нужно запахивать плугом. Существуют, однако, попытки обоснования более высокой эффективности навоза при использовании его в качестве мульчи. Утверждается при этом, что потери азота при разложении навоза компенсируются за счет усиления фиксации азота из атмосферы. Преимущества навоза-мульчи объясняются уменьшением расхода влаги через испарение, ускорением прогревания почвы весной и предохранением ее от перегревания в жаркую погоду. Почва под навозом имеет большую воздухо- и водопроницаемость, хорошо поглощает ливневые осадки, сильно сокращается поверхностный сток. Данная позиция вызывает много вопросов и требует дифференцированного для различных условий изучения. Она полностью противоречит, например, сложившимся методам окультуривания дерново-подзолистых почв, при которых под влиянием органических удобрений происходит улучшение структурного состояния пахотного слоя на всю его глубину и т. д.

Вспашка, за некоторыми исключениями, нужна для заделки химических мелиорантов в почву. Нередко возникает необходимость поверхностного внесения извести при подкислении почв в результате применения минимальной обработки, особенно при использовании азотных удобрений. Даже почвы с высокой буферностью, в том числе черноземы, при длительной минимизации обработки с поверхности подкисляются.

Регулирование фитосанитарных условий. До появления пестицидов обработка почвы наряду с севооборотом выполняла основные функции по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями. При этом особую роль играет оборот пласта. Система вспашки наиболее эффективна в подавлении вредных организмов. Замена ее бесплужной обработкой в большинстве случаев ухудшает фитосанитарную ситуацию. Повсеместно усиливается засоренность посевов при минимизации обработки. В гумидных районах существенно возрастает развитие вредных организмов. Поэтому освоение мульчирующей обработки в эрозионно-опасных условиях, где она необходима в первую очередь, сопровождалось применением пестицидов, особенно гербицидов, что противоречит задачам биологизации. Избыточное применение пестицидов подавляет мезофауну, в результате не достигается важная задача – биологическое саморыхление почвы. Однако противоречивость данной ситуации не представляется безвыходной, учитывая совершенствование химических средств защиты растений и техноло-

гий их применения. Преодоление засоренности посевов в значительной мере может достигаться за счет создания благоприятных условий для прорастания семян сорняков в ранневесенний и осенний периоды и последующего уничтожения их механическими способами, особенно в районах с достаточно длительным вегетационным периодом. В сочетании с рациональным чередованием культур в севообороте, оптимальной долей чистого или занятого пара, применением промежуточных культур, своевременностью выполнения полевых работ, исключающей, в частности, обсеменение сорной растительности в осенний период, данная задача во многих случаях может быть решена без гербицидов или при очень ограниченном их применении.

Создание оптимальных условий для посева и получения дружных всходов. Эта функция почвообработки, значение которой часто недооценивается, приобретает особо важное значение при использовании высоких агротехнологий, которые предъявляют жесткие требования к получению дружных однородных всходов. В системе вспашки данная задача не представляет больших трудностей, хотя нередко требуется применение планировщиков и фрез для достижения требуемых параметров поверхности пашни и припосевного слоя. В системе мульчирующих обработок в данном отношении возникают определенные трудности. Послеуборочные остатки служат существенным механическим препятствием для качественной заделки семян и получения дружных всходов, что сопровождается ослаблением кущения, изреживанием посевов озимых культур. Кроме того, в процессе разложения послеуборочных остатков образуется целый ряд вредных для растений веществ, таких, как уксусная и коричная кислоты, фенолы и другие соединения. При наличии значительного количества послеуборочных остатков необходимы почвообрабатывающие орудия с большим клиренсом, а также специальные и приспособленные сеялки.

В условиях недостаточной теплообеспеченности мульча может задерживать появление всходов и созревание посевов из-за снижения температуры поверхностного слоя почвы в связи с повышенным альбедо.

Энергосбережение и экономичность. Наряду с почвозащитной направленностью и стремлением к биологизации земледелия современные задачи повышения эффективности почвообработки включают энергосбережение, снижение затратности и экономию трудовых ресурсов. Указанным требованиям отвечает минимизация обработки почвы. Большим достоинством минимальных, особенно нулевых, обработок в данном отношении является экономия горючего, сокращение затрат, проведение работ в сжатые сроки, высвобождение времени у товаропроизводителей. Эти преимущества, однако, в значительной мере нивелируются увеличением затрат на пестициды. Выбор оптимального решения связан с экономическим и энергетическим анализом технологий при экологическом императиве.

Важнейшим направлением минимизации почвообработки в том же аспекте является совмещение технологических операций. Накоплен значительный опыт использования комбинированных агрегатов и машин, позволяющих за один проход выполнять несколько операций. Экономический эффект от их применения состоит в сглаживании так называемых пиков потребности в энер-

гетических средствах и трудовых ресурсах, а это снижает затраты материальных и трудовых ресурсов на возделывание сельскохозяйственных культур.

В гумидных районах применение комбинированных агрегатов важно для снижения уплотнения почвы, в засушливых – для устранения разрыва во времени между отдельными видами полевых работ, благодаря чему удается более эффективно бороться с ранневесенней засухой и дефляцией.

Перечисленные функции почвообработки, соотнесенные с различными природными условиями (климатическими, геоморфологическими, литологическими, гидрологическими, почвенными), агроэкологическими требованиями культур и осмысленные с учетом местного опыта, могут служить ориентиром при альтернативном рассмотрении возможных вариантов обработки почвы в соответствии с классификацией.

До настоящего времени не сложилась единого мнения по ключевым, основополагающим терминам, понятиям и определениям в одном из ведущих разделов земледелия – «обработка почвы»

Классификация систем обработки на каждом историческом этапе развития сельского хозяйства отображала техническое оснащение производства и основывалась на возделываемых культурах и сезонах года

В дореволюционной России плужная (отвальная) обработка делилась на системы по агробиологическим группам выращиваемых культур:

I – Под яровые хлеба – (пшеница, овес, ячмень).

II – Под озимые культуры – (рожь, пшеница, ячмень)

III – Под однолетние травы – (бобовые, злаковые, и др.)

IV – Под пропашные культуры – (сахарная свекла, кукуруза, картофель и др.)

В классификации В. Р. Вильямса системы обработки были приурочены к сезонным периодам года (осень, весна, лето), а их общее содержание определялась задачами обработки (основной, предпосевной и послепосевной).

В этой классификации при ее такой градации требовалось только под одну культуру применять три системы обработки.

В классификации Д. И. Бурова системы несколько укрупнились и под одну культуру стала выделяться одна система: под яровые, под озимые. К сожалению, автором не были упразднены системы В. Р. Вильямса и под одной культурой снова оставались несколько систем.

По этим классификациям в севообороте оказывалось нагромождение мелких (по сезонам года) и более крупных (под каждой культурой) систем. Создалась ситуация, когда система обработки почвы в общей системе земледелия была на несколько уровней ниже, чем другие звенья (система удобрений, система машин, система севооборотов и др.)

Анализ эволюции систем обработки почвы прошлых лет и настоящего времени показал, что универсальными показателями оценки механического воздействия на почву являются орудия и выполняемые ими технологические процессы (операции) – т .е. прием обработки.

В основу нашей технологической классификации положены два показателя, определяющие существо самой обработки: технологический процесс и орудие основной обработки под всеми культурами данного севооборота.

По первому критерию выделяются приемы с оборотом пласта (отвальная), без оборота пласта (безотвальная), с интенсивным перемешиванием (роторная), и (комбинированная), сочетающая в одном севообороте на разных полях отвальные, безотвальные и роторные приемы обработки в разных комбинациях.

В зависимости от вида основного орудия выделяют приемы отвальной обработки (вспашка, лемешное лущение), безотвальной (чизелевание, плоскорезная обработка, безотвальное рыхление и др.), перемешивающей (фрезерование, роторная обработка) и комбинированной (вспашка с почвоуглублением, отвально-чизельная, отвально-плоскорезная, отвально-роторная и др.).

В зависимости от почвенно-климатических условий зоны, биологических особенностей возделываемых культур и агроландшафта приемы обработки дифференцируют по глубине на: поверхностные (1–8 см), мелкие (9–16), обычные (17–23), глубокие (24–40) и мелиоративные (более 40 см).

В целях более глубокого и детального анализа в системе выделяются более мелкие, соподчиненные таксономические единицы, по которым можно установить разницу между системами, имеющими одинаковую технологию основной обработки, но разные приемы предпосевной и послепосевной обработки, совокупность которых составляют технологию обработки почвы под определенные агробиологические группы полевых культур.

Совокупность технологий обработки почвы под определенные культуры составляет в целом систему обработки почвы в севообороте, которая дает возможность решать вопрос о том, сколько должно быть глубоких, средних и мелких обработок на каждом поле при установленном чередовании культур, а также определять количество механических обработок при подготовке почвы к посеву и уходу за растениями.

В основу классификации систем обработки почвы в севообороте положены основные принципы построения: минимализации и ресурсосбережения (ресурсосберегающие), разноглубинности (комбинированные), сочетание отвальных и безотвальных приемов (мульчирующая, прямой посев) почвозащитная направленность и экологической адаптивности (мелиоративные).

Переход на принципиально новые адаптивно-ландшафтные системы земледелия базируется на рациональном использовании всех природных ресурсов, четкой взаимосвязью факторов интенсификации с принципами природоохранного земледелия, широким использованием биологических приемов повышения плодородия почв, переходе на использование нового комплекса почвообрабатывающих и посевных орудий, обеспечивающих щадящий режим техногенного воздействия на почвенный покров.

Ресурсосберегающие системы обработки почвы в севообороте базируются на новых научных положениях, обосновывающих:

– отказ от ежегодного глубокого оборачивания пахотного слоя;

– высокую влагонакопительную и почвозащитную эффективность безотвального рыхления почвы с сохранением на поверхности почвы растительных остатков в засушливых районах;

– возможность перехода без ущерба для урожая к мелким отвальным и безотвальным обработкам при оптимальных агрофизических свойствах почв.

– замену или сокращение количества обработок за счет использования химических методов борьбы с вредными организмами;

– перспективность комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов.

Переход на минимальную, мульчирующую обработки и прямой посев являются эффективными в следующих случаях:

– при подготовке чистых и сидеральных паров под озимые;

– при подготовке занятых паров под озимые и яровые зерновые, а также под повторные их посевы

– при основной обработке под яровые зерновые, размещенные после озимых и пропашных культур.

Постоянное применение в севооборотах с длинной ротацией мелких обработок несколько ухудшает влагообеспеченность посевов и доступность питательных веществ, а также повышает засоренность многолетними сорняками. Эти негативные явления исключаются при использовании разноглубинных комбинированных систем обработки с периодическим глубоким безотвальным рыхлением или вспашкой в парах или под пропашные культуры.

Мелиоративная система обработки почвы эффективна в регионах с ярко выраженными эрозионными процессами, на почвах тяжелого гранулометрического состава и малой мощностью пахотного слоя. Основой ее является сочетание приемов глубокого безотвального рыхления (чизелевания, щелевания) со вспашкой с подпахотным рыхлением поперек или по горизонталям склона.

Перспективы совершенствования обработки почвы

Глобальные тенденции совершенствования обработки почвы связываются с нулевой обработкой (no-till), т. е. с прямым посевом. Сущность этой технологии заключается в создании высокого проективного покрытия почвы измельченными растительными остатками и таком размещении семян в почве специальными сеялками, при котором не допускают перемешивание почвы с растительными остатками и контакта их с семенами во избежание токсикозов проростков. Современные сеялки прямого посева обеспечивают раздельное размещение семян и удобрений (глубже семян на 3–4 см), равномерную глубину заделки семян в почву и высокую их всхожесть благодаря подтоку влаги к уплотненному припосевному слою.

Качественный скачок технологии «no-till» достигается при создании достаточно мощной мульчи из измельченных послеуборочных остатков. В зависимости от количества мульчирующего материала изменяется водный режим почвы.

Наибольший эффект технологии «no-till» достигнут в странах, где возделывают кукурузу, сорго и другие культуры, оставляющие большое количество растительных остатков (США, Аргентина, Бразилия и др.).

Примечательно, что при мульчировании более эффективно используется не только запасенная влага осадков, но и влага, конденсирующаяся из воздуха при перепаде дневных и ночных температур. Существенный мульчирующий эффект обеспечивается и при достаточно высокой урожайности зерновых культур. Дополнительный запас влаги за счет активного мульчирования поверхности почвы позволяет активизировать земледелие путем введения более интенсивных севооборотов, увеличения применения удобрений.

Являясь фактором интенсификации земледелия, мульчирование также играет важную роль в его экологизации, выполняя в какой-то мере роль лесной подстилки или степного войлока. Помимо защиты от размывания поверхности почвы и дефляции мульча одновременно с прекращением механической обработки способствует повышению биогенности почвы, развитию мезофауны. Перенося растительные остатки с поверхности почвы вглубь, дождевые черви, насекомые формируют канальцы, которые вместе с ходами отмерших корней растений создают тот самый эффект, который более 100 лет назад первопроходец минимизации почвообработки И. Е. Овсинский назвал биологическим саморыхлением.

Минимизация обработки, особенно прямой посев, возможны лишь в системном решении при освоении адаптивно-ландшафтного земледелия и наукоемких агротехнологий. Всякое упрощенчество в этом деле, как правило, приводит не только к экономическим издержкам, но и к экологическим противоречиям. В частности, возрастающая пестицидная нагрузка при низкой культуре земледелия и шаблонах вызывает повышенные экологические риски.

Узким местом нулевой обработки является применение удобрений, особенно фосфорных и калийных, которые должны вноситься на оптимальную глубину, не говоря уже об органических. Прерывание нулевой обработки вспашкой для внесения органических и минеральных удобрений нарушает кумулятивный процесс формирования мульчи. Очевидно, решение проблемы должно быть связано как с заправкой пахотного слоя внесением удобрений в расчете на севооборот или его звено, так и совершенствованием локального внесения на оптимальную глубину при посеве.

Перспектива минимизации почвообработки в таежно-лесной зоне в большей мере связана с предварительным окультуриванием дерново-подзолистых почв, созданием достаточно мощного пахотного горизонта.

В целом выбор оптимальной системы обработки почвы лежит в широком диапазоне всевозможных решений от традиционной системы вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, отвальных обработок и их комбинаций при различных уровнях минимизации. Этот выбор определяется экологическим разнообразием условий, требованиями сельскохозяйственных культур и уровнем интенсификации производства, в частности, обеспеченностью агрохимическими ресурсами.

Предпосевная и послепосевная обработка почвы

Предпосевная обработка – обработка почвы, выполняется перед посевом или посадкой сельскохозяйственных культур. Она выполняет следующие задачи:

1. Уничтожить всходы и проростки семян сорных растений.

2. Создать слой почвы необходимой рыхлости и выровненности для уменьшения испарения воды, усилия микробиологической активности, оптимизации воздушного, теплового и пищевого режимов почвы для получения дружных всходов культурных растений.

3. Создать оптимальное по глубине, плотности и влажности посевное ложе.

4. Выровнять поверхность почвы для качественного проведения последующих полевых работ: ухода за посевами и уборки урожая.

Основные приемы предпосевной обработки – ранневесеннее боронование, культивация, лущение и прикалывание.

Главная задача ранневесеннего боронования – сохранение влаги, снижение испарения, достигаемые при выравнивании поверхности почвы. Весной после таяния снега происходит интенсивное испарение воды по капиллярам почвы. Боронованием разрыхляют поверхностный слой, что значительно снижает испарение воды. На полях, обработанных способом, ранневесеннее боронование проводят зубовыми боронами БЗТ-1, БЗС-1. После плоскорезной обработки применяют игольчатые бороны БИГ'-ЗА или бороны-мотыги БМШ-15. Боронование начинают выборочно по мере наступления физической спелости почвы на различных элементах рельефа, в зависимости от экспозиции склонов. Заканчивают боронование за 1–2 дня. Направление боронования должно идти поперек направления зяблевой вспашки или по диагонали поля. Лучше рыхление почвы происходит при ранневесеннем бороновании в два следа.

После ранневесеннего боронования проводится культивация с целью уничтожения сорных растений и подготовки оптимальных условий для посева культур. На вспаханных полях почву культивируют при помощи КПС-4А, КШУ-6 в агрегате с боронами, в сухую погоду – с катками. После плоскорезной основной обработки для культивации используют КПШ-5, КГТШ-9, КПЭ-3,8 и др. Культивация выполняется на глубину посева семян или немного глубже.

Предпосевную культивацию можно совмещать с посевом комбинированными почвообрабатывающими посевами агрегатами: КА-7,2 (фреза-сеялка); АКПП-3,6 (культиватор-сеялка); ППК-7,2; ППК-8 или стерневыми сеялками.

При подготовке почвы под поздновысеваемые культуры (просо, гречиха, кукуруза, подсолнечник) после ранневесеннего боронования проводят две культивации с одновременным боронованием, а в сухую погоду с прикатыванием. Вторая культивация проводится при появлении всходов сорных растений перед посевом культуры.

Прикатывание почвы необходимо особенно перед посевом мелкосемянных культур, оно может проводиться в агрегате с культиватором.

Предпосевная обработка полей, вспаханных с осени после многолетних трав, проводится тяжелыми дисковыми боронами в агрегате с зубовыми боронами.

Лучшее качество рыхления, перемешивания почвы с удобрениями и полное уничтожение всходов сорных растений обеспечивают комбинированные почвообрабатывающие агрегаты РВК-3,6, КФГ-3,6, ПАВ-6 и др.

Послепосевная обработка почвы – обработка почвы, проводимая после посева или посадки сельскохозяйственных культур.

В период от посева до уборки урожая проводится механическая обработка почвы для создания благоприятных условий прорастания семян, появления дружных, полных всходов и борьбы с сорными растениями.

Приемы обработки почвы до всходов – прикатывание и боронование. Прикатывание проводят при посеве комбинированными агрегатами или сразу после посева как самостоятельный прием для улучшения контакта семян с твердой фазой почвы в сухую погоду. Уплотнение верхнего рыхлого слоя почвы улучшает подток воды к семенам, ускоряет появление всходов. Если почва влажная, особенно после дождя, то прикатывание проводить не следует, чтобы при высыхании на поверхности почвы не образовалась корка.

Боронование до всходов культур проводят для уничтожения проростков сорных растений, разрушения почвенной корки, которая затрудняет появление всходов растений. Корка образуется после дождей при подсыхании бесструктурных и солонцеватых почв. Разрушение этой корки проводят легкими зубовыми или сетчатыми боронами, легкими ротационными мотыгами на посевах зерновых злаковых культур до появления всходов в виде шилец, а на посевах свеклы - до появления проростков семян длиной 1 см. При бороновании уничтожаются проростки семян сорных растений. При возделывании культур с продолжительным периодом от посева до появления всходов (картофель, кукуруза, подсолнечник и др.) боронование проводят 2–3 раза, уничтожая 70–80 % всходов сорных растений.

Боронование проводят и после всходов на посевах свеклы в фазе первой пары настоящих листьев, на посевах кукурузы – в фазе 3–4 листьев на малой скорости 4–5 км/ч поперек рядков.

Междурядную обработку культур широкорядного способа посева проводят для рыхления почвы, уничтожения сорных растений, внесения подкормки. Междурядные культивации проводят по мере появления всходов сорных растений. Первую обработку на глубину 4–5 см проводят при обозначении рядков всходов пропашных культур с оставлением около рядков защитной зоны шириной 10–12 см. Для рыхления почвы и уничтожения сорных растений в защитной зоне на культиваторы устанавливают прополочные боронки.

При необходимости глубокого рыхления почвы устанавливают долотообразные или стрельчатые лапы, а для внесения удобрений – подкормочные ножи. При повторных культивациях защитную зону увеличивают до 15–20 см. Глубину второй культивации увеличивают до 8–10 см, а всех последующих – уменьшают до 6–8 и 4–5 см, чтобы не повреждать корневую систему растений и не иссушать почву. Количество междурядных обработок зависит от засоренности полей и уплотненности почвы. Механические приемы обработки можно сократить, если применять гербициды для уничтожения сорных растений.

Для окучивания картофеля, капусты, томатов на культиваторы устанавливают лапы с отвалами – окучники, которые присыпают нижние части стеблей рыхлой почвой. Сущность его заключается в присыпании рыхлой влажной почвы к основанию стеблей растений; одновременно подрезаются подземные орга-

ны размножения многолетних сорняков в междурядьях. В условиях избыточного увлажнения и при орошении окучивание устраняет переувлажнение почвы, обеспечивает хорошую аэрацию и прогревание почвы, что способствует большему накоплению доступных питательных веществ. У картофеля из окученных стеблей отрастают новые побеги – столоны, что повышает урожай клубней. У томатов при окучивании стимулируется образование придаточных корней, как следствие – улучшается питание растений. В засушливые годы окучивание не проводят, так как в сухой почве не образуются побеги и придаточные корни, а рыхление почвы сопровождается большими потерями воды на испарение. Количество окучиваний и время их проведения зависят от биологических особенностей культуры, высоты растений и погодных условий. Чаще всего осуществляют 1–2 окучивания после дождя или полива при высоте растений 15–20 см с одновременным рыхлением почвы. Последнее окучивание проводят до смыкания ботвы в рядках. Выполняют его пропашными культиваторами КОН-2,8ПМ, КОН-2,8П, УСМК-5,4 и другими, оборудованными рыхлительными лапами и окучниками.

При уходе за посевами озимых культур и многолетних трав, особенно на склонах, проводят щелевание для увеличения водопроницаемости почвы, предотвращения поверхностного стока и смыва почвы. На посевах многолетних трав щелевание проводят после последнего укоса, а озимых культур – поздней осенью. Щели прорезают на глубину до 40–50 см с расстоянием между ними 70–140 см. В этих целях используют щелеватель ЩН-2-140.

Контрольные вопросы

1. Какова роль механической обработки почв при оптимизации плотности и структуры почвы?
2. Как проводится механическая обработки почв при регулировании водного режима почв и ландшафтов?
3. Какие приемы механической обработки почв используются на эрозоопасных территориях?
4. Какими приемами механической обработки почв проводится регулирование режима органического вещества, биогенных элементов, размещение удобрений и мелиорантов в пахотном слое?
5. Какими приемами механической обработки почв проводится регулирование фитосанитарных условий?
6. Что включает в себя обычная (двухфазная) зяблевая обработка почвы и как она проводится?
7. Что включает в себя улучшенная (трехфазная) зяблевая обработка почвы и как она проводится?
8. Когда проводится полупаровая зяблевая обработка и какие приемы она включает?
9. Какие особенности имеет основная обработка после пропашных культур?
10. Что включает в себя мульчирующая система обработки почвы и как она проводится?

11. В чем сущность прямого посева?

12. Где применяется гребнегрядовая система обработки почвы?

13. Каков порядок проектирования систем обработки почвы в севооборотах?

14. какие приемы включает в себя подготовка семян к посеву?

15. дайте характеристику срокам и способам посева полевых культур.

16. От чего зависит норма и глубина посева семян полевых культур?

17. Требования, предъявляемые к технологиям и машинам при прямом посеве.

Тема 3. Система удобрения сельскохозяйственных культур и химические мелиорации

Ключевые вопросы темы

Системообразующая роль удобрений. Применение минеральных удобрений. Применение органических удобрений. Применение микроудобрений. Известкование кислых почв и гипсование солонцов.

Содержание темы занятия

Системообразующая роль удобрений в организации земледелия состоит:

– регулирование круговорота веществ в агроландшафтах, оптимизация элементов земледелия, системно зависимых от применения удобрений;

– управление продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах.

Первая часть задачи выполняется при формировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ) и проектировании агроландшафтов, вторая – при проектировании агротехнологий. В идеале такое проектирование должно осуществляться на основе моделей земледелия при различных уровнях обеспеченности агрохимическими ресурсами, которые разрабатываются зональными НИИ по результатам многофакторных полевых экспериментов. При отсутствии целевых экспериментальных исследований обобщаются данные различных научных и производственных опытов, материалы хозяйственной деятельности, экстраполируют опыт смежных областей, на основе чего разрабатывают алгоритмы, устанавливающие характер изменения структуры пашни, севооборотов, доли чистого пара, многолетних трав, системы обработки почвы, сроков посева и норм высева в зависимости от обеспеченности агрохимическими ресурсами.

В проектах АЛСЗ осуществляется ландшафтный подход к распределению и использованию удобрений с учетом рельефа (в особенности склонов различной крутизны, формы, длины, экспозиции), структуры почвенного покрова, смытости почв.

При формировании систем удобрения в первую очередь решаются задачи, связанные с осуществлением почвозащитных мероприятий. В числе таковых применение различных способов противоэрозионной обработки почвы, сдерживающих процессы минерализации гумуса, требующих компенсации дефицита азота. При оставлении соломы дефицит азота еще более возрастает, что тре-

бует соответствующего повышения доз азотных удобрений. Сокращение чистых паров в эрозионных ландшафтах лесостепи также затруднительно без дополнительных затрат удобрений и пестицидов. Определенный уровень химизации необходим для обеспечения дальнейшей минимизации обработки почвы.

Следует определить экономически и экологически целесообразные уровни интенсификации использования эрозионных ландшафтов различной сложности, отдавая приоритет более интенсивному использованию лучших земель. Применение интенсивных и высокоинтенсивных технологий возделывания зерновых и, особенно, технических культур на плакорных землях позволяет вывести из активного оборота эродирующие и другие неблагоприятные земли. Этот путь целесообразен как в экономическом, так и в экологическом отношении. Наращивание продуктивности эрозионных земель чрезвычайно затратно, поскольку требует мелиоративных мер по регулированию стока. При этом полностью не устраняется риск проявления эрозии и усиливается опасность загрязнения аккумулятивных ландшафтов антропогенными компонентами геохимического стока.

Особое место в системе удобрений принадлежит органическим удобрениям, поскольку с их применением связано не только регулирование круговорота биогенных элементов и питания растений, но и оптимизация режима органического вещества почв. При этом важно ориентироваться не на схоластические расчеты баланса гумуса, а на поддержание в почве такого количества лабильного органического вещества, которое обеспечивает благоприятное структурное состояние почвы и оптимальную биологическую активность. Для этого следует руководствоваться региональными моделями режима органического вещества в севооборотах под различными культурами с учетом поступления его с растительными остатками, использования соломы, пожнивных посевов, сидеральных культур, навоза. Применение последнего следует планировать, используя модель круговорота органического вещества и биогенных элементов в системе: луг – ферма – поле. Чрезвычайно важно пополнение органического вещества в зернопаропропашных севооборотах при высокой доле пропашных культур. Под интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур на плакорных землях в таких севооборотах обязательно применение навоза или других органических удобрений.

Система удобрения ежегодно корректируется в годовых планах применения удобрений и мелиорантов с указанием доз, форм, сроков и способов их внесения под каждую культуру с учетом различий в плодородии отдельных полей и участков, фактического размещения культур по полям, погодных условий.

Продуктивность сельскохозяйственных культур обусловливается многими факторами, оказывающими как положительное, так и негативное влияние на их рост и развитие. Поэтому для получения высоких и устойчивых урожаев надлежащего качества важно контролировать состояние посевов и с помощью соответствующих агротехнических мероприятий управлять ростом и развитием сельскохозяйственных культур, воздействуя на почву и растения таким обра-

зом, чтобы снизить отрицательные и усилить положительные действия факторов жизни.

Основной задачей системы удобрения является управление питанием и продукционным процессом сельскохозяйственных культур с целью повышения их урожайности. Под управлением продуктивностью посевами понимают совокупность мероприятий направленных на реализацию потенциальных возможностей сорта (гибрида) путем целенаправленного регулирования пищевого, водного, воздушного, светового и теплового режимов почвы. Управление состоянием посевов сельскохозяйственных культур осуществляется посредством использования минеральных, органических удобрений и химических мелиорантов, биопрепаратов и регуляторов роста растений, пестицидов для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями, а также применения соответствующего комплекса машин и механизмов, программных средств.

Из-за большого разнообразия почвенных и погодных условий ключевые приемы управления посевами также значительно варьируют. Даже в одном и том же хозяйстве для каждого поля и вида сельскохозяйственных культур в разные годы необходимо принимать разные агротехнические решения.

Знания биологических особенностей возделываемых культур и характера действия основных факторов, обусловливающих формирование урожая в данных почвенно-климатических условиях, анализ и оценка состояния посевов на поле, позволяют определить тактику управления продукционным процессом с помощью агротехнических приемов.

Получение планируемых урожаев сельскохозяйственных культур в значительной мере обусловливается уровнем обеспеченности растений элементами питания. В этой связи первостепенной задачей системы удобрения является оптимизация питания растений при минимальных затратах удобрений. Высокая их эффективность может быть достигнута лишь в том случае, когда внесение элементов питания, лимитирующих рост и развитие растений, полностью компенсирует дефицит питательных веществ в почве и соответствует нуждаемости в них растений.

Система удобрений – это совокупность взаимосвязанных агрономических и организационных мероприятий, направленных на рациональное применение минеральных, органических удобрений и мелиорантов с целью получения высоких устойчивых урожаев хорошего качества, поддержание или повышение плодородия почвы и снижение опасности загрязнения окружающей среды. Система удобрения является неотъемлемой составной частью бизнес-плана и системы ведения хозяйства.

Систему удобрения можно рассматривать на уровне крупного агропромышленного объединения, хозяйства, севооборота, поля, а также отдельного земельного участка, занятого лугом и пастбищем, многолетними плодовыми или ягодными насаждениями. В узком плане объектом системы удобрения могут быть отдельные культуры.

Система удобрения хозяйства предусматривает оптимальное решение следующих вопросов:

– определение необходимого количества отдельных видов удобрений на планируемый урожай по объектам землепользования и в целом по хозяйству на ближайшую перспективу (3–6 лет);

– приобретение и хранение минеральных удобрений,

– накопление органических удобрений;

– техническое обеспечения применения удобрений (подготовка техники для транспортировки и внесения удобрений, приготовления тукосмесей);

– проведение диагностики питания растений;

– определение эффективности применения отдельных видов и форм удобрений и в целом системы удобрения в хозяйстве.

Система удобрения в хозяйстве предусматривает также возможность сочетания мероприятий по эффективному и экологически безопасному использованию химических средств защиты растений от вредителей и болезней и регуляторов роста.

При разработке системы применения удобрений следует учитывать зональные почвенно-климатические условия, агротехнические и биологические особенности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Основной задачей системы удобрения является повышение продуктивности возделываемых культур на основе рационального использования удобрений, как в агрономическом, так и экологическом и экономическом аспектах.

Систему удобрения разрабатывают, как правило, на ротацию севооборота полевых культур или период использования лугов, пастбищ, многолетних насаждений и ежегодно корректируют в годовых и календарных планах применения удобрений с указанием доз, форм удобрений, сроков и способов их внесения под отдельные культуры с учетом различий плодородия отдельных полей, реального размещения культур по полям, конъюнктуры рынка, хозяйственных и погодных условий. Для оценки системы удобрения используют показатели агрономической и экономической эффективности применения удобрений. Об уровне этих показателей в севооборотах и в целом по хозяйству судят по окупаемости 1 кг д. в. (в кормовых единицах) минеральных и 1 т органических удобрений прибавкой урожая возделываемых культур. Об экономической эффективности системы удобрения судят на основании чистого дохода с 1 га пашни и рентабельности применения удобрений.

При разработке систем удобрений в севооборотах решают следующие основные задачи:

– управление продукционным процессом сельскохозяйственных культур с целью получения планируемых или максимально возможных урожаев хорошего качества при минимальных затратах средств и времени;

– повышение или поддержание на должном уровне плодородия почвы почв в агроценозах;

– утилизацию отходов животноводства и растениеводства;

– обеспечение охраны окружающей среды.

Наряду с этим, определяют экономически и экологически целесообразные уровни интенсификации сельхозугодий. При составлении системы удобрения в севообороте следует учитывать зональные особенности технологий возделыва-

ния сельскохозяйственных культур, и предусмотренные в них почвозащитные мероприятия, и способы обработки почвы.

В зависимости от плодородия почвы и особенностей рельефа полей подходы к разработке системы удобрения в отдельных севооборотах могут заметно различаться, однако во всех случаях обязательным требованием к ним являются:

– наличие результатов агрохимического обследования всех полей в виде картограмм или паспортов полей и участков;

– учет биоклиматического потенциала природно-сельскохозяйственной зоны;

– определение реально возможной продуктивности сельскохозяйственных культур с учетом климатических, агрохимических, организационно-экономических условий хозяйства;

– определение выхода в хозяйстве органических удобрений и возможностей их накопления за счет компостов, сидератов, соломы и т. п.;

– обоснование оптимальных доз минеральных удобрений и мест внесения органических удобрений в севообороте под отдельные культуры;

- обоснование необходимости известкования (гипсования) и определение оптимальных доз и мест внесения мелиорантов в севообороте.

Система удобрения в севообороте представляет собой научно обоснованный план применения удобрений, составляемый, как правило, на ротацию севооборота, с учетом биологических особенностей возделываемых культур, планируемой урожайности, агрохимических свойств почвы, ее гранулометрического состава, характера трансформации удобрений в почве, предшественников и климатических условий. В плане применения удобрений в севообороте предусматривается наиболее рациональное их распределение между культурами.

Дозы удобрений при разработке системы удобрения в севообороте рассчитывают обычно по средневзвешенному содержанию подвижных форм элементов питания в почве севооборота. В плане применения удобрений отражаются распределение органических и минеральных удобрений между культурами севооборота, дозы и сроки внесения, с целью получения планируемой урожайности всех культур севооборота, повышения или поддержания плодородия почвы и предотвращения загрязнения окружающей среды, обеспечивая при этом лучшие условия минерального питания ведущим (более рентабельным) культурам, имеющие повышенный рыночный спрос.

Система удобрения лугов, пастбищ, многолетних плодовых и ягодных культур разрабатывается на период их использования.

Система удобрения отдельных культур, как и культур в севообороте, предусматривает определение оптимальных доз, сроков, форм и способов применения минеральных, органических удобрений и мелиорантов, а также их окупаемость.

Дозы минеральных и органических удобрений, согласно системе, ежегодно корректируют в годовых планах с учётом сложившихся погодных условий, размещения культур по полям севооборота, фактического плодородия почв по-

лей и их предшествующей удобренности с указанием, дозы, срока и способа внесения элементов питания и конкретных удобрений.

На основании годового плана составляется календарный план применения минеральных, органических удобрений и мелиорантов с указанием потребности в них за сезон на каждый севооборот и всего хозяйства, что позволяет определить необходимой объём складов для хранения удобрений.

Дозы и сроки внесения азотных удобрений в годовых и календарных планах корректируют по результатам почвенной и растительной диагностики или рекомендациям.

Важнейшим показателем системы удобрения в севообороте является насыщенность (обеспеченность) севооборота удобрениями – среднегодовое количество применяемых на 1 га пашни (сельхозугодий) минеральных (кг/га) и органических (т/га) удобрений. В экономическом аспекте систему удобрения в севообороте характеризует окупаемостью в зерновых или кормовых единицах 1 т органических и 1 кг д. в. минеральных удобрений урожаем всех культур севооборота.

Критерием обоснованности системы удобрения наряду с экономической эффективностью является баланс элементов питания, состояние которого позволяет прогнозировать тенденции изменения содержания питательных веществ и органического вещества в почве и контролировать экологическую ситуацию агроландшафтов.

Требования к балансу элементов питания в севообороте обусловливаются уровнем урожайности, плодородием почвы и планируемым изменением агрохимических показателей почвы за ротацию. В зависимости от экономического состояния хозяйства и требований к почвенному плодородию баланс элементов питания может быть положительным, нулевым или отрицательным. При благоприятном экономическом состоянии хозяйства баланс азота в каждом севообороте должен быть положительным, уравновешивающим его потери из почвы в результате денитрификации и вымывания нитратов.

Баланс фосфора и калия в зависимости от уровня их содержания в почве в доступной форме, на отдельных этапах землепользования может быть положительным, нулевым и отрицательным. Если содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве соответствует уровню продуктивности возделываемых культур, баланс их должен быть нулевым, если содержание элементов питания в почве низкое и лимитирует продуктивность культур севооборота, то их баланс должен быть положительным, а на хорошо окультуренных почвах целесообразно поддерживать слабо-отрицательный баланс питательных веществ.

На бедных почвах баланс фосфора и калия должен быть в той или иной степени положительным. Система удобрения должна гармонично сочетать применение органических и минеральных удобрений. При использовании только минеральных или одних органических удобрений нельзя добиться максимальной продуктивности культур севооборота. Продуктивность севооборота значительно возрастаем при совместном применении минеральных удобрений и ограниченных удобрений

Развитие сельскохозяйственного производства, повышение его продуктивности неразрывно связаны с интенсификацией производства, одним из важнейших условий которой является обязательное применение удобрений. Это основной путь увеличения урожайности и валовых сборов возделываемых культур, создания прочной кормовой базы для животноводства.

Результаты исследований и практика передовых хозяйств показывают, что внесение научно обоснованных доз удобрений обеспечивает не только сохранение и воспроизводство плодородие почв, высокую продуктивность пашни, но и надлежащее качество растениеводческой продукции при снижении её себестоимости.

Систему удобрения разрабатывают и осуществляют в тесной взаимосвязи со всем комплексом технологических приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур. В условиях интенсивных технологий возделывания культур возрастает роль строгого соблюдения технологической дисциплины, агротехнических требований и экологических ограничений.

Базовыми этапами в разработке системы удобрения в хозяйстве являются:

– сбор и анализ информации о состоянии почвенного плодородия по полям;

– сбор и анализ агрометеорологической информации;

– сбор и анализ информации об урожайности сельскохозяйственных культур за предшествующие годы;

– оценка возможного накопления органических удобрений;

– определение потребности хозяйства в минеральных удобрениях, исходя из экономических возможностей хозяйства, доступного ассортимента удобрений, планируемого производства продукции;

– оценка необходимости проведения мероприятий по химической мелиорации почв (известкование кислых почв, фосфоритование почв с низким содержанием фосфора и повышенной кислотностью, гипсование засоленных почв);

– проектирование системы удобрений;

– расчет доз удобрений;

– составление ежегодного плана применения удобрений под конкретную культуру и плана применения удобрений в севообороте;

– расчет баланса элементов минерального питания и гумуса в почве;

– оценка эффективности применения удобрений в хозяйстве.

Задача применения удобрений – регулирование круговорота питательных веществ с целью управления продуктивностью растений и качеством сельскохозяйственной продукции путем создания оптимальных уровней всех факторов, участвующих в формировании урожая.

Задача основного удобрения – обеспечение питания растений на протяжении всей вегетации, поэтому до посева в большинстве случаев применяют полную норму органических удобрений и подавляющую часть минеральных.

Припосевное удобрение (в рядки, при посадке в лунки, гнезда) в относительно небольших дозах вносят для снабжения растений в начальный период

развития легкодоступными формами питательных веществ, прежде всего фосфора.

Для снабжения растений элементами питания в наиболее ответственные периоды вегетации применяются подкормки в дополнение к основному и припосевному удобрению. Выбор срока, способа внесения удобрений для некорневой подкормки зависит не только от особенностей биологии, питания и агротехники культур, но и от почвенно-климатических условий, вида и формы удобрений. Регулируя условия питания растений по периодам роста и развития в соответствии с их потребностью путем внесения удобрений, можно направленно воздействовать на величину урожая и его качество.

Использование органических удобрений в хозяйствах осуществляется на основе системы применения удобрений в севообороте, которая включает: определение потребности в удобрениях, выход навоза, место внесения удобрений в севообороте, дозы, сроки и способы их внесения.

Выход навоза в хозяйстве зависит от вида и технологии содержания животных, обеспеченности кормами, количества подстилки, способа навозоудаления, продолжительности стойлового периода.

Суточный выход экскрементов от 1 головы животных определяется в соответствии с Нормами технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета.

Указанные нормы выхода экскрементов обеспечиваются при условии полнорационного и сбалансированного кормления животных. Если обеспеченность кормами ниже нормативной, рекомендуется применять поправочные коэффициенты к выходу экскрементов.

Выход навоза от 1 овцы или козы составляет при продолжительности стойлового периода 220–240 дней – 1 т, 200–220 дней – 0,9 т, 180–200 дней – 0,7т, менее 180 дней – 0,5 т; от одной лошади, соответственно, 7,5 т, 6 т, 5,0 т и менее 5 т.

Оплата урожаем 1 т подстилочного навоза в зависимости от почвенно-климатических условий, дозы внесения и сочетания с минеральными удобрениями составляет от 0,4 до 1,5 ц з.е.

Учитывая, что эффективность использования органических удобрений значительно повышается в пропашных севооборотах, в первую очередь, их вносят под картофель, овощи, кукурузу, сахарную и кормовую свеклу.

В связи с большими затратами на транспортировку и внесение органических удобрений пропашные севообороты, характеризующиеся большой потребностью в органических удобрениях, размещают, как правило, вблизи ферм и комплексов, где сосредоточено основное поголовье животных. В зернотравяных или зернопаровых севооборотах, размещенных на удаленных полях, поддержание оптимального режима органического вещества может осуществляться за счет пожнивно-корневых остатков культур и использования на удобрение соломы и сидератов в сочетании с минеральными удобрениями.

Дозы внесения органических удобрений устанавливаются с учетом вида возделываемых культур, планируемой урожайности, обеспеченности хозяйства

органическими удобрениями и содержания в них питательных веществ, расстояния перевозки удобрений, экологических условий.

Дозы остальных видов органических удобрений можно рассчитать, исходя из их удобрительной ценности по отношению к подстилочному навозу. Поправочные коэффициенты к дозам внесения подстилочного навоза КРС составляют для подстилочного навоза свиней – 1,1, овец – 0,8, лошадей – 0,9, птичьего помета сухого – 0,2, птичьего помета подстилочного – 0,3, торфо-пометного компоста – 0,7, полужидкого навоза – 1,8, полужидкого помета – 0,7, жидкого навоза – 5,0, жидкого помета – 2,0.

Бесподстилочный жидкий навоз и помет не рекомендуется вносить под овощи, лучше всего их использовать под кормовые культуры (кукуруза на силос, однолетние и многолетние травы и др.). Площадь сельскохозяйственных угодий, необходимая для утилизации бесподстилочного навоза, ориентировочно устанавливается по азоту: без орошения – не более N200 кг/га, при орошении – не более N300 кг/га.

Важнейшими органическими удобрениями, особенно в условиях недостатка навоза, являются солома и сидераты. При урожайности зерновых 20–30 ц/га с соломой в почву может быть возвращено 10–15 кг азота, 5–8 кг фосфора, 20–35 кг калия. В связи с широким соотношением C:N недостаток азота в злаковой соломе необходимо компенсировать внесением азотных удобрений.

Сидераты являются неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества и элементов минерального питания. Культуры, возделываемые в сидеральных парах, должны быть преимущественно из семейства бобовых, обладать высокой азотфиксирующей способностью и обеспечивать максимальное накопление сидеральной массы ко времени посева озимых. Для пожнивных и поукосных посевов сидеральных культур важными факторами являются холодостойкость, морозостойкость и высокие темпы накопления вегетативной массы.

Наиболее обширной зоной, где сидераты дают хорошие результаты, является южно-таежно-лесная с дерново-подзолистыми почвами, бедными гумусом и подвижными элементами питания. В этой зоне роль сидератов в окультуривании песчаных и супесчаных почв особенно велика. На территориях, расположенных южнее линии Санкт-Петербург-Тверь-Иваново-Нижний Новгород-Казань-Уфа, после уборки озимых и ранних яровых зерновых культур возможны пожнивные посевы сидератов.

В Центральном Нечерноземье после уборки озимых зерновых культур пожнивный период длится более 60 дней, в течение которых выпадает 150 мм и более осадков, а сумма биологически активных температур достигает 800–1000 ºС, что составляет 30–40 % агроклиматических ресурсов всего теплого времени года. Этого количества тепла и влаги достаточно для выращивания в повторных (пожнивных и поукосных) посевах таких быстрорастущих, устойчивых к заморозкам культур, как горчица белая, озимый и яровой рапс, редька масличная, фацелия. В пожнивных посевах они дают по 150–200 ц/га зеленой массы.

На Северном Кавказе сидеральные культуры возделываются в повторных посевах на эродированных и орошаемых землях для улучшения агрофизических свойств и обогащения их органическим веществом, защиты почвы от смыва и выдувания. Для этих целей используются озимый рапс, озимая сурепица, зимующий и яровой горох, люпин, злаковые культуры в чистом виде и в смеси с бобовыми.

В Сибири сидераты успешно возделываются в самостоятельных посевах – многолетний и однолетний люпин на дерново-подзолистых почвах, донник – на солонцеватых. Возможны здесь и повторные посевы горчицы белой и других культур с коротким вегетационным периодом на корм и зеленое удобрение.

В районах Дальнего Востока, отличающихся достаточным количеством тепла и влаги, особенно во вторую половину лета и осенью, в качестве сидеральных культур целесообразно выращивание люпина многолетнего и однолетнего, сои, клевера.

К основным сидеральным культурам, возделывание которых возможно во многих природно-экономических зонах, относятся: из семейства бобовых – многолетний и однолетний люпин, донник, горох кормовой, вика яровая, сераделла; из других семейств – редька масличная, сурепица, рапс, фацелия, амарант, перко.

Для увеличения производства и качества сельскохозяйственной продукции наряду с основными элементами минерального питания важное значение имеют микроэлементы. Функции каждого макро- и микроэлемента в растениях строго специфичны, ни один элемент не может быть заменен другим. Недостаток любого макро- или микроэлемента приводит к нарушению обмена веществ и физиологических процессов у растений, ухудшению их роста и развития, снижению урожая и его качества. При остром дефиците элементов питания у растений появляются характерные признаки голодания. Недостаток микроэлементов приводит не только к снижению урожая, вызывает ряд болезней у растений, а иногда и их гибель, но и снижает качество урожая. Микроэлементы являются активными центрами ферментов, улучшающими обмен веществ в растительных организмах.

Марганец входит в состав ферментов растений и участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Недостаток марганца наблюдается в песчаных и торфяно-болотных почвах. Считается, что 2–3 мг марганца на 1 кг почвы вполне достаточно для нормального роста и развития всех культур.

Бор участвует в образовании белков и комплексных соединений с углеводами и другими растительными веществами. При недостатке бора у растений опадают завязи, появляется пустоцвет, снижается урожай семян, сахарная свекла поражается гнилью.

Молибден необходим для образования белков в растениях, а также для поглощения азота из атмосферы азотфиксирующими бактериями. Применение удобрений, содержащих молибден, значительно повышает урожайность клевера, люцерны, сахарной свеклы, томата и других культур.

Медь способствует улучшению жизнедеятельности листьев, задерживает их старение. От недостатка меди растения заболевают хлорозом, не образуют

семян, особенно страдают злаковые и бобовые, а яблоня и другие садовые деревья преждевременно сбрасывают листья. Медные удобрения необходимо применять на болотных торфяных почвах.

Цинк в небольших дозах необходимо для роста и развития растений. При его недостатке часто не образуются завязи, а на листьях появляются хлоротичные пятна. Почвы в основном обеспечены цинком, однако его недостаток в первую очередь ощущают плодовые деревья, а также полевые культуры – кукуруза, соя, фасоль.

Кобальт необходим для жизнедеятельности клубеньковых бактерий на корнях бобовых растений.

Вынос микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур составляет лишь десятки или сотни граммов на 1 га и потребность во многих из них может полностью удовлетворяться за счет почвы и внесения органических удобрений, а нередко только за счет запасов микроэлементов в семенах Однако, у культур, более требовательных к наличию микроэлементов, может проявляться их недостаток на почвах с низким содержанием доступных для растений форм. Применение микроэлементов в виде соответствующих микроудобрений в этом случае может значительно повысить урожай сельскохозяйственных культур и улучшить качество получаемой продукции.

Существуют три основных способа внесения микроудобрений:

– в почву с последующей заделкой,

– в виде некорневых подкормок,

– при предпосевной обработке семян.

Достичь оптимальных концентраций доступных для растений форм микроэлементов трудно в связи с вымыванием их из почвы или переходом в труднодоступное для растений состояние. Заданные оптимальные уровни содержания микроэлементов в почве создают только в тех случаях, когда почвы генетически бедны микроэлементами. Однако при этом нужно соблюдать осторожность, так как избыточное содержание микроэлементов оказывает отрицательное действие на урожай и качество сельскохозяйственной продукции.

Внесение микроэлементов в почву в виде удобрений предусматривается только на почвах с низкой обеспеченностью этими элементами питания. Наиболее активны микроэлементы в форме комплексных солей с органическими кислотами-комплексообразователями (хелатами). Хелаты микроэлементов водорастворимы, но диссоциации на ионы в водной среде обычно не происходит. Вследствие этого микроэлементы в хелатной форме, в отличие от минеральных солей, практически не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и длительное время остаются доступными для растений.

Для среднеобеспеченных микроэлементами почв рекомендуются обработка семян и некорневые подкормки, на высокообеспеченных почвах или почвах с избыточным их содержанием микроэлементы не вносят. Выпуск форм минеральных удобрений с добавками микроэлементов позволяет более равномерно распределить их по удобряемой площади и сократить расходы на внесение.

Наиболее эффективным и экономически целесообразным способом применения микроудобрений является некорневая подкормка вегетирующих растений. При этом некорневые подкормки микроудобрениями рекомендуются на почвах первой и второй групп обеспеченности, однако во многих исследованиях положительный эффект от некорневого внесения микроудобрений отмечен и при третьей группе обеспеченности почвы микроэлементами. Дозы микроудобрений для почвенного внесения могут планироваться только в том случае, если по содержанию соответствующего элемента почва относится к первой группе обеспеченности. При содержании элементов в почве, соответствующей четвертой группе обеспеченности, внесение микроудобрений не предусматривается.

Для некорневых подкормок предназначены следующие основные микроудобрения: борная кислота, сульфат меди, сульфат цинка, сульфат марганца, молибдат аммония, сульфат кобальта, а также комплексные минеральные удобрения линейки SOLAR NPK micro (марки Универсал и Финал).

Внесение микроудобрений целесообразно совмещать с подкормками жидкими азотными удобрениями (КАС, аммиачная вода и т. д.), а также обработкой посевов средствами защиты и регуляторами роста.

Обработка семян микроэлементами является одним из элементов комплексной предпосевной подготовки семенного материала. Для этих целей используют сульфат цинка, борную кислоту, молибдат аммония. Обработку проводят одновременно с протравливанием. Для соблюдения санитарных требований при проведении этих работ, а также для повышения эффективности используемых средств семена обрабатывают с использованием пленкообразователей. В качестве последнего чаще всего применяют 2%-ный раствор натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (полимер NaКМЦ).

При протравливании за два месяца до сева крупносеменных бобовых культур (люпин, горох, вика и др.) при влажности семян не более 12 % расход NaКМЦ, составляет 10 л на 1 т семян; при предпосевной обработке и если влажность зерна выше 12 % – 15 л. При обработке мелкосеменных бобовых культур (клевер, люцерна и др.) расход раствора NaКМЦ составляет 2 л на 1 ц семян.

Повышенная кислотность оказывает как прямое негативное влияние на физиологические процессы в клетках и тканях растений, так и косвенное - вследствие ухудшения агрохимических, агрофизических свойств почвы и снижения ее биологической активности. Повышенная кислотность дерново-подзолистых и серых лесных почв является основной причиной низкой продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Вынос Ca и Mg сельскохозяйственными культурами варьирует в широком диапазоне и обусловливается, прежде всего, биологическими особенностями растений и величиной урожая. Например, зерновые культуры выносят с 1 т основной продукции (с учетом побочной) 10–14 кг CaO и MgO, зернобобовые – 40–45 кг.

Известкование кислых почв – наиболее эффективный способ улучшения условий азотного, фосфорного и калийного питания растений. После известкования равную по величине прибавку урожая сельскохозяйственных культур

можно получать при меньших дозах удобрений. Оптимальная реакция среды позволяет получать хорошие урожаи (40–45 ц/га) зерновых культур при среднем уровне почвенного плодородия и средних дозах удобрений.

Известкование оказывает многосторонне положительное действие на плодородие почв. Внесение известковых мелиорантов устраняет почвенную кислотность, повышает степень насыщенности почвы основаниями, увеличивает доступность растениям азота, фосфора и молибдена, снижает подвижность и негативное действие на растения алюминия и марганца, повышает биологическую активность почвы, улучшает агрофизические свойства почвы, что в совокупности обусловливает высокую урожайность и хорошее качество продукции. Прибавки урожая от известкования зависят от уровня кислотности почвы, биологических особенностей культур и дозы известковых мелиорантов.

Для каждого вида сельскохозяйственных растений существует определенная наиболее благоприятная для его роста и развития реакция среды. Большинство сельскохозяйственных культур и полезных почвенных микроорганизмов предпочитают реакцию почвы, близкую к нейтральной (pH 6,5–7,5). По отношению к реакции среды и отзывчивости на известкование кислых почв сельскохозяйственные культуры можно подразделить на следующие группы.

К первой группе относятся наиболее чувствительные культуры, для которых оптимальной является слабощелочная (pH_{H2O} – 7,0–8,0; pH_{KCl} – 6,6–7,5) среда: сахарная, кормовая и столовая свекла, капуста белокочанная, люцерна, эспарцет, горчица, рапс, лук, перец и др. При возделывании этих культур на очень кислых почвах урожайность снижается в 2–3 раза и растения сильно поражаются болезням. Поэтому почвы, предназначенные для их возделывания следует известковать в первую очередь.

Ко второй группе относятся пшеница, ячмень, горох, клевер, вика, капуста, брюква, турнепс, салат, лук-порей, для которых наиболее благоприятной являемся реакция почвы близкая к нейтральной, оптимальное значение pHкс1 – 6,0–6,5. Они хорошо отзываются на известкование. Повышение кислотности почвы до pH 4,5–4,8 снижает урожайность этих культур в 1.5–2 раза.

В третью группу входят озимая рожь, овес, гречиха, тимофеевка, томаты, подсолнечник, морковь, тыква, кабачки, редька, репа, топинамбур и др. культуры, переносящие умеренную кислотность и щелочность почвы.

К четвертой группе относятся картофель, лён-долгунец, просо, сорго и др. Для этих культур оптимальное значение pH_{KCl} – 5,1–5,6. Они довольно хорошо переносит умеренную кислотность почвы, положительно отзывается на известкование при сохранении в почве оптимального соотношения между кальцием, калием, магнием, бором и другими элементами питания.

Для пятой группы культур (люпин желтый, козлятник, щавель, сераделла, чай и др.) оптимальное условия для роста и развития создаются при pH_{KCl} 4,5–5,0. Они малочувствительны к повышенной кислотности и нуждаются в известковании только на очень сильнокислых (pH_{KCl} < 4,2-4,4) почвах.

Несмотря на различное отношение растений к кислотности почвы, для большинства сельскохозяйственных культур при прорастании и в молодом возрасте требуется среда близкая к нейтральной – pH_{KC1} – 5,8–6,4 или pH_{H2O} –

6,5–7,0. Такая реакция наиболее благоприятна для физиологических процессов роста, поступления питательных веществ в растения, внутрипочвенной трансформации элементов питания в доступную форму. При этом значении pH заметно снижается также содержание в почве токсичных для растений подвижных форм алюминия, железа и марганца.

Потребность почвы в известковании с достаточной для практических целей точностью может быть определена по показателю (pH солевой вытяжки), характеризующему обменную кислотность. При значении pH солевой вытяжки менее 4,5 потребность в известковании сильная, 4,5–5,0 – средняя, 5,0–5,5 – слабая и при pH более 5,5 – отсутствует. Почва имеет близкую к нейтральной реакцию и в известковании не нуждается.

Главный диагностический признак засоленных почв – наличие в почвенном профиле легкорастворимых солей в количестве, ухудшающем плодородие почв, отрицательно влияющем на рост и развитие сельскохозяйственных растений и снижающем эффективность удобрений. Наличие большого количества обменного натрия в солонцах и высокая щелочность оказывают негативное влияние на водно-физические свойства почвы.

Солонцы характеризуются низким естественным плодородием. Урожаи сельскохозяйственных культур на солонцовых землях очень низкие, но после гипсования почвы приобретают более благоприятные агрофизические свойства, вследствие чего повышается их плодородие.

Для химической мелиорации солонцов используют кальцийсодержащие соединения (гипс, фосфогипс, мел и их смеси). Способы внесения гипса зависят от глубины залегания солонцового горизонта. В условиях степного богарного земледелия гипсование солонцов эффективно лишь в зоне с годовым количеством осадков более 400–450 мм. В сухостепной зоне, где среднегодовое количество осадков менее 300–350 мм химическая мелиорация солонцов эффективна только при орошении.

Гипс вносят не только для химической мелиорации солонцов, но и с целью улучшения питания растений кальцием и серой на других типах почв, прежде всего в Нечерноземной зоне. Гипс как удобрение вносят прежде всего под бобовые травы – клевер и люцерну, которые потребляют кальций и серу значительно больше, чем другие культуры. Положительное действие гипса на рост, развитие и урожайность растений на кислых почвах обусловлено не только улучшением питания кальцием и серой, но и повышением устойчивости растений к кислотности при увеличении концентрации кальция в почвенном растворе, улучшением доступности калия. Прибавки урожая клеверного сена от внесения гипса на дерново-подзолистых почвах составляют 0,7–1 т, на серых лесных почвах и выщелоченных черноземах – до 0,6–0,7 т/га.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи решает формирование системы удобрения?
2. Что такое основное удобрение и способы его внесения.
3. Как вносится припосевное удобрение и какова его роль в формировании урожая?

4. Как и какой целью производится послепосевное внесение удобрения?
5. Каково значение удобрения впрок?
6. Сроки и глубина внесения минеральных удобрений.
7. В каких севооборотах наиболее высока роль органических удобрений?
8. От чего зависит эффективность микроудобрений?
9. Виды применения микроудобрений.
10. Какова роль известкования и гипсования при проектировании агротехнологий?

Тема 4. Формирование принципов защиты растений от вредных организмов при проектировании агротехнологий

Ключевые вопросы темы

Оценка фитосанитарного состояния земель. Принципы формирования интегрированной защиты растений. Защита растений от сорняков. Защита растений от вредителей и болезней. Особенности технологий применения пестицидов. Контроль за содержанием остатков пестицидов в растениях и почвах и загрязнением продукции микотоксинами.

Содержание темы занятия

Общее фитосанитарное состояние агроландшафтов определяется как совокупность частных показателей отдельных функциональных земельных участков по уровню распространения вредных и полезных организмов.

Среди вредителей широкое распространение получили виды многоядных вредных организмов, питающихся растениями различных ботанических групп и специализированные виды, повреждающие лишь отдельные группы растений.

В группу многоядных отнесены вредители, которые быстро размножаются на бросовых землях или на пашне при низкой культуре земледелия. К группе многоядных вредителей относятся: луговой мотылек, стадные и не стадные саранчовые, мышевидные грызуны и суслики (на посевах озимых зерновых, в лесополосах), обыкновенная полевка (на посевах озимых, многолетних трав и в посадках плодовых), водяная полевка (на лугах, покосах, пастбищах), грызущие и подгрызающие совки, проволочники, кукурузный стеблевой мотылек.

Специализированные вредные организмы приурочены к конкретным растениям (группам растений определенных семейств).

Зерновые и зернобобовые. По отношению к зерновым колосовым культурам особо опасными, вызывающими чрезвычайные ситуации являются клоп вредная черепашка и фузариоз колоса. В годы массового размножения и распространения клопа черепашки при повреждении им зерна и ухудшении хлебопекарных качеств из разряда продовольственного в кормовое переводится свыше 5 млн. т зерна. В годы эпифитотий при поражении посевов фузариозом из-за загрязнения микотоксинами становится непригодным для пищевых и кормовых целей до 4–5 млн. т зерна.

Специализированные вредители и возбудители болезней зерновых и зернобобовых культур, способные нанести экономически значимый ущерб в агроланшафтах.

В результате распространения вредителей в агроландшафтах потенциальные потери зернового производства в России оцениваются ежегодно на уровне 27,4 млн. т. зерновых единиц (з.ед.), возбудителей болезней – 34,9 млн. т. з.ед.

Плодовые, ягодные культуры и виноград. В плодоводстве, как и в картофелеводстве и овощеводстве, основные площади культур находятся в личных подсобных хозяйствах. Потенциальные потери урожая от вредителей в посадках плодовых культур оцениваются в пересчете на зерно – 2,2 млн. т з.ед. и от возбудителей болезней – 2,1 млн. т. з.ед.

Кормовые культуры. Наиболее низкий уровень фитосанитарного состояния наблюдается на посевах кормовых культур на пашне и на естественных кормовых угодьях.

Наиболее вредоносные виды сорных растений. Сорный компонент агроландшафтов представлен 120 экономически значимыми видами. Наиболее опасными (10 видов) в посевах озимых зерновых являются: вьюнок полевой Convolvulus arvensis, бодяк полевой Cirsium arvense, осот полевой Sonchus arvensis, марь белая Chenopodium album, сурепка обыкновенная Barbarea vulgaris, виды щириц Amaranthus spp., ромашка непахучая Matricaria inodora, виды щетинников Setaria spp., овсюг обыкновенный Avena fatua, просо куриное Echinochloa crusgalli; в посевах яровых зерновых – осот полевой Sonchus arvensis, бодяк полевой Cirsium arvense, вьюнок полевой Convolvulus arvensis, овсюг обыкновенный Avena fatua, просо куриное Echinochloa crus-galli, виды щетинников Setaria spp., марь белая Chenopodium album, виды щириц Amaranthus spp., сурепка обыкновенная Barbarea vulgaris, ромашка непахучая Matricaria inodora; в посевах кукурузы – вьюнок полнвой Convolvulus arvensis, бодяк полевой Sonchus arvensis, виды щириц Amaranthus spp., марь белая Chenopodium album, сурепка обыкновенная Barbarea vulgaris, виды щетинников Setaria spp., просо куриное Echinochloa crus-galli, овсюг обыкновенный Avena fatua, гумай Sorghum haleopense, пырей ползучий Agropyron repens; в посевах сахарной свеклы – марь белая Chenopodium album, виды щириц Amaranthus spp., сурепка обыкновенная Barbarea vulgaris, бодяк полевой Cirsium arvensis, осот полевой Sonchus arvensis, вьюнок полевой Convolvulus arvensis, просо куриное Echinochloa crus-galli, виды щетинников Setaria spp., овсюг обыкновенный Avena fatua, пырей ползучий Agropyron repens, в посадках картофеля – марь белая Chenopodium album, осот плевой Sonchus arvensis, бодяк полевой Cirsium arvensis, пырей ползучий Agropyron repens, редька дикая Raphanus raphanistrum, мокрица средняя Stellaria media, виды пикульника Galeopsis spp., виды щириц Amaranthus spp., просо куриное Echinochloa crus-galli, подмаренник цепкий Galium aparine.

Ежегодные потенциальные потери урожая от сорных растений культур в агроландшафтах оцениваются 39,3 млн. т. з.ед.

Общие среднегодовые потери урожая от вредителей болезней и сорняков составляют 101,6 млн. з. ед. в среднем ежегодно.

В связи с высокими потерями урожая от вредных организмов защитные мероприятия в агроландшафтах представляют одно из важнейших направлений повышения их продуктивности.

Приведенные данные о видовом многообразии вредных организмов и пространственном размещении по элементам агроландшафтов позволяют определить стратегию и разработать основные принципы управления фитосанитарным состоянием на основе интеграции известных методов защиты растений с учетом критериев экономической эффективности и биобезопасности управляющих воздействий.

Экономическая оценка вредоносности и целесообразности применения защитных мероприятий. В качестве экономического критерия целесообразности проведения защитных мероприятий предлагается рассматривать уровень распространения вредных организмов, превышающий экономический порог их вредоносности.

Экономические пороги вредоносности позволяют оценивать уровни распространения вредителей, возбудителей болезней и сорняков на конкретных полях и участках в связи с определением целесообразности проведения защитных мероприятий. Все участки с численностью вредных организмов, превышающей экономический порог вредоносности подлежат воздействию защитных мероприятий. Разработка и использование экономических порогов вредоносности, подобно системе учета и оценки численности вредных организмов, – обязательный элемент системы управления фитосанитарным состоянием агроландшафтов.

Экономические пороги вредоносности (ЭПВ) рассчитываются для каждого конкретного агроценоза в агроландшафте. Порядок расчета ЭПВ следующий.

На первом этапе определяется величина дополнительного урожая (Д.У.), окупающая затраты на применение регулирующих мероприятий (например гербицидов), ц/га по формуле ДУ = З/Ц, где З – затраты на применение гербицидов (руб.), Ц – цена 1 ц урожая плановая или фактическая реализационная с конкретного поля, руб/ц. На втором этапе вычисляется экономический порог вредоносности сорняков (ЭПВ) по формуле: ЭПВ = ДУ/в, где – в – коэффициент потерь урожая (ц/га) в расчете на 1 сорняк/ 1м^2. Коэффициент потерь урожая на 1 вредный организм (балл распространения) может выражаться в абсолютных цифрах (кг урожая/га/ особь на 1м^2) или в относительных в % потерь на 1 сорняк на 1 м^2 от планируемого (на этапе планирования защитных мероприятий) или фактического урожая конкретного поля (в период проведения защитного мероприятия и оценки эффективности защитного мероприятия).

Расчетные показатели коэффициентов потерь, обычно разрабатываются научно-исследовательскими учреждениями, носят зональный характер. Для примерных расчетов разработаны общие показатели экономических порогов вредоносности, публикуемые в справочной литературе по культурам и вредным организмам.

Коэффициенты потерь урожая зерновых колосовых культур от сорняков.

При смешанном типе засоренности несколькими видами сорняков, ЭПВ определяется как средневзвешенный показатель с учетом коэффициентов потерь урожая от конкретных видов сорняков и доли фактического количества

каждого вида сорняков в агроценозе, т. е. процент потерь на 1 средневзвешенный сорняк/м^2.

Экономический порог целесообразности защитных мероприятий (ЭПЦ) для конкретных хозяйственных условий, учитывающий не только окупаемость, но и прибыльность защитного мероприятия (например, на уровне средней прибыли растениеводства или в конкретном случае зернового производства или другой наперед заданной величины показателя прибыли) рассчитывается с учетом четырех коэффициентов. Эти коэффициенты учитывают хозяйственную производственно – экономическую деятельность, корректирующую ЭПВ в связи с прибыльностью мероприятия: К1 – коэффициент затрат на уборку дополнительного урожая (на уровне расходов на уборку урожая в общей сумме затрат на производство зерна)- порядка 20–30 %, соответственно; К2 – коэффициент накладных расходов (с учетом процента накладных расходов от прямых затрат по конкретной культуре в хозяйстве, обычно 15–30%); К3 – коэффициент экологичности защитных мероприятий (учитывающий, например, опасность применения пестицидов в связи с возможным отрицательным влиянием их на полезную фауну, флору и здоровье человека, принимаемый по показателю дополнительных затрат на их предотвращение: контроль выполнения работ, дополнительные мероприятия по защите пчел, мероприятия по мониторингу загрязнения, по предотвращению опасности и т. д.) порядка 10–30 %; К4 – коэффицент прибыльности (наперед заданная прибыль – средняя по культуре в хозяйстве, конкретная по культуре на поле, обрабатываемом гербицидами, обеспечивающая расширенное воспроизводство (обычно не ниже 40 %).

Тогда ЭЦВ (экономический порог целесообразности активных защитных мероприятий) = ЭПВ х (К1 + К2 + К3 х К4) %.

Пороговые уровни целесообразности применения химических средств защиты растений, как показывает обобщение отечественного и зарубежного опыта, соответствуют высокому и среднему уровням распространения вредных организмов в агроландшафтах.

Принципы формирования и возможности экологизации систем защиты растений. Защита растений от вредителей, болезней и сорняков в системах земледелия является важным звеном в ограничении действия факторов, лимитирующих продуктивность сельскохозяйственных культур и качество получаемого продукции.

Современная концепция защиты растений, имея своей целью обеспечение урожая требуемого качества при снижении затрат на его производство и уменьшении отрицательных действий на окружающую среду, связывает в единое целое использование иммунных сортов, адаптированных агротехнических приемов возделывания, методов биологической борьбы с вредными организмами, и сводит применение химических средств защиты растений к минимуму.

Эта стратегия определяет необходимость системного подхода и связывает экологические требования защиты внешней среды с экономическими целями растениеводства. На базе знаний о взаимосвязях между почвенно-климатическими условиями места выращивания, требованиями культурных растений к ним, агротехническими приемами, вредными и полезными организ-

мами такой подход наиболее полно реализуется в рамках адаптивно-ландшафтного земледелия.

Основой систем защиты растений от вредителей, болезней и сорняков должны служить, прежде всего, организационно-хозяйственные и агротехнические приемы, способствующие оптимизации фитосанитарной ситуации в посевах, которые при необходимости снижения вредоносности вредных видов могут дополняться различными биологическими и химическими методами. Для принятия решений о проведении таких мероприятий проводится мониторинг и прогноз состояния посевов на основе использования порогов вредоносности. Последние зависят от многих факторов, поэтому принятию решений о необходимости определенных мер борьбы способствует разработка компьютерных моделей.

Использование химических средств регламентируется экономической эффективностью, что значительно ограничивает объемы их применения. С целью экологизации защиты растений следует использовать селективные, щадящие полезную фауну, химические пестициды. Дифференцированное внесение пестицидов в соответствии с неравномерным распределением вредных организмов в агроценозах – это следующий этап в развитии природоохранных технологий. Применение средств с узким спектром действия расширяет шансы биологических препаратов. Для подавления вредителей, особенно на овощных культурах, можно использовать микробные инсектициды (на основе патогенных бактерий или вирусов), которые вызывают не только гибель насекомых, но и снижают их устойчивость к паразитам, хищникам и другим патогенам. Для обработки семян и посадочного материала, а также растений по вегетации в некоторых случаях целесообразно применять препараты на основе микробов - антагонистов фитопатогенов, а также различные биологически активные вещества природного происхождения, которые успешно конкурируют с химическими фунгицидами. Так, в настоящее время для обработки семян пшеницы широко используются препараты на основе псевдомонад, которые выделяют антибиотики, ингибирующие развитие фитопатогенов, а также вещества тритерпенового ряда, выделенные из лапок пихты сибирской.

Используя ловчие культуры, также можно значительно снизить объемы и площади применения инсектицидов. Как показали исследования СибНИИЗХим, ловчая культура семейства капустовых с более коротким вегетационным периодом в сравнении с рапсом, способствует локализации и концентрации насекомых-фитофагов. После заселения ловчей культуры насекомыми, ее обрабатывают инсектицидом для предотвращения расселения вредителей на рапс. При соблюдении всех технологических требований ловчие культуры, занимающие около 10 % площади основного посева, вполне надежно защищают рапс от заселения и повреждения его насекомыми-фитофагами при этом расход инсектицида уменьшается на 90 %. Для использования в качестве ловчих культур пригодны сурепица и горчица сарептская. Преимуществом первой является возможность одновременного проведения всех технологических операций при посеве.

Существенно и то, что эти культуры трудно скрещиваются между собой даже при принудительном опылении, вследствие чего сурепицу можно выращивать до созревания и уборки на масло семена. Однако ее использование обеспечивает защиту рапса только от рапсового цветоеда. С помощью горчицы можно защитить посев основной культуры от комплекса специализированных вредителей.

Недостатком горчицы, как ловчей культуры, является необходимость более раннего сева, что несколько осложняет технологические операции по подготовке почвы и посеву основной культуры, а также необходимость ее скашивания до наступления фазы цветения у рапса с целью предотвращения переопыления.

Выращивание устойчивых сортов в настоящее время рассматривается как основополагающий метод борьбы с болезнями и вредителями, поскольку он прекрасно сочетается с другими способами защиты растений. При наличии сорта с групповой или комплексной устойчивостью и положительной оценки по критерию ЭПВ оказывается возможным лишь соблюдая сортовую агротехнику и дополнительно ничего не предпринимая выйти на желаемый результат, получив защищенный агроценоз. В настоящее время известно достаточно много сортов пшеницы и других культур, обладающих генетической устойчивостью к конкретным возбудителям болезней или вредителям.

В то же время необходимо учитывать, что сортовая устойчивость не обеспечивает абсолютной защиты. Здесь возможно такое же давление отбора, как и при применении пестицидов и, если оно достаточно сильно, быстро появляется определенный биотип, способный выжить на устойчивом сорте. Обычно за 3–5 лет сорт теряет свою устойчивость, что определяет необходимость постоянной селекции на устойчивость к вредным организмам. Для преодоления этого в системе агроценоза, особенно в полевом кормопроизводстве, необходимо формировать полисортовые (сорта с различным типом устойчивости) или поливидовые посевы. Кроме того, для повышения устойчивости растений к вредным организмам целесообразно использовать индукторы иммунитета, а также природные или синтетические регуляторы роста растений.

Все мероприятия по защите растений следует проводить таким образом, чтобы сохранить многообразие и стабильность агроэкосистем для усиления механизмов саморегуляции природной биоты путем создания оптимальных условий для активизации полезных организмов и неблагоприятной обстановки – для вредных. Эти проблемы можно решить лишь с помощью долгосрочной агроэкологической регуляции соотношения вредных и полезных видов в системе рационального природопользования и землепользования. Особую роль здесь играет повышение экологической значимости биотопов, примыкающих к сельхозугодьям – лесополос, микрозаповедников, живых изгородей и т. д., в том числе посев аттрактивных и фуражных культур для дополнительного привлечения энтомоакарифагов. За счет изъятия неперспективных пахотных земель можно создавать биотопы разнообразных видов полезных диких животных и растений, в том числе за счет интродукции и акклиматизации полезных видов из других местообитаний. Но какую долю площади они должны занимать, ка-

кой минимальный размер и какую структуру должны иметь такие биотопы, об этом мнения пока сильно расходятся и наши знания еще недостаточны для обоснованных рекомендаций. Но свою экологическую функцию такие биотопы выполняют только в том случае, если они защищены от сноса пестицидов.

Применение биопрепаратов. В России, как и во всем мире возрастающее внимание уделяется разработке экологически безопасных альтернатив агрохимикатам. В системе биоценотических связей находят свое место инсектицидные, акарицидные, родентицидные и фунгицидные биопрепараты, созданные на основе микроорганизмов с соответствующими хозяйственно ценными свойствами. Технологии производства и применения таких биопрепаратов интенсивно разрабатываются в отечественных институтах и, при соблюдении рекомендаций разработчиков, они в состоянии стать надежной альтернативой пестицидам химического синтеза, превосходя последние по экологическим и социальным показателям. Согласно современным представлениям по сравнительным экономическим и экологическим характеристикам химических и биологических инсектицидов есть все основания считать последние социально приоритетными. Так, если длительность разработки инсектицидного препарата составляет в среднем 10 лет (как для химического, так и микробиологического), то уже по окупаемости затрат химическое СЗР характеризуется величиной 2,5–5 раз, а микробиологическое (МСЗР) – до 30 раз. Селективность действия химического СЗР – незначительная, тогда как МСЗР – высокая. Напротив, риск выработки резистентности к химическому инсектициду – высокий, а к микробиологическому он практически отсутствует. И, наконец, категория вредных побочных явлений (сюда в первую очередь относятся загрязнения сельскохозяйственной продукции и агроландшафтов, а также действия на нецелевые объекты) многообразны в случае химических СЗР и незначительны либо вовсе отсутствуют у МСЗР. Проблема заключается в дефиците таких биопрепаратов как по объемам применения, так и по ассортименту, хотя служба защиты растений остро нуждается в таких средствах.

Эффективное применение биопестицидов против вредителей обусловлено взаимоотношениями между растением, вредителем-фитофагом и патогеном последнего. Очевидно, что применение препарата микроорганизма будет удачным в случаях подбора наиболее вирулентного для данного объекта штамма-продуцента и при применении препарата против наиболее уязвимой, чувствительной фазы развития вредителя. В каждом конкретном случае эти общие соображения специфически преломляются в соответствующих рекомендациях практике. Так для снижения вредоносности насекомых фитофагов (листогрызущие чешуекрылые, колорадский жук и другие) рекомендуется применение различных биопрепаратов энтомоцидного действия на основе Bacillus thuringiensis (BT) в период преобладания личинок младших возрастов (как наиболее восприимчивых к энтомотоксическому и энтомопатогенному действию BT). Рекомендуется повторение такой обработки через 7–8 сут. для подавления личинок, отрождающихся из яйцекладок более поздних сроков откладки. Такого рода конкретизация рекомендаций, учитывающая экологические особенности, вредоносность и фенологию вредителя, с поправкой на усло-

вия данного сезона, абсолютно необходимы для успешного использования биопрепаратов в качестве полноценной альтернативы пестицидам. Предлагая рекомендации по применению биопрепаратов против того или иного вредителя (или их комплекса), необходимо исходить из механизма действия данного микробного средства. Последнее определено не только видом штамма-продуцента, но и тем, что входит в состав действующего начала препарата. Это могут быть живые микроорганизмы (споры, конидии и другие), токсические метаболиты или сочетание всех этих факторов энтомоцидного действия. Так, при наличии у Bacillus thuringiensis спор, дельта-эндотоксина, а у некоторых разновидностей и термостабильного экзотоксина, при конструировании биопрепаратов, путем их комбинации, из одного и того же штамма ВТ можно получить семь разных препаратов, каждый из которых будет иметь свой механизм действия и, соответственно, свой спектр активности.

Иллюстрацией возможностей биопрепаратов альтернативных пестицидам различного назначения являются разработки ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Преобладающая часть из нижеследующего перечня создана с использованием энтомопатогенной бактерии Bacillus thuringiensis. На ее основе во всем мире разрабатывается наибольшее количество наименований инсектицидных биопрепаратов, поскольку ВТ характеризуется высоким биоразнообразием свойств и ее различные разновидности имеют разный спектр действия.

Так, Битоксибациллин (БТБ) высоко эффективен против многих (около 70 видов) вредных насекомых. Преимущественно, это листогрызущие чешуекрылые: совки, моли, белянки, шелкопряды, златогузка, американская белая бабочка и другие, а также ряд иных вредителей: колорадский жук, паутинные клещи и другие. Ранее в СССР выпуск БТБ достигал нескольких тысяч тонн в год и сильно сократился с общим падением конъюнктуры и реорганизацией крупнотоннажного производства биопрепаратов. Новая разработка ВНИИСХМ Бацикол – биоинсектицид избирательного действия, ориентирована на применение в борьбе с жесткокрылыми вредителями-фитофагами: колорадским жуком и другими листоедами (в том числе с крестоцветными блошками), долгоносиками, пьявицей и другими. Все это опасные массовые вредители таких важнейших культур как картофель, крестоцветные овощные, зерновые, ягодники. Бактокулицид также созданный во ВНИИСХМ на основе ВТ эффективен против кровососущих двукрылых – комаров и мошек, имеющих значительное эпидемиологическое и ветеринарное значение, а в сфере защиты растений может использоваться для защиты риса от рисового комарика и промышленной культуры грибов – от шампиньонных комариков – сциарид.

К другим препаратам ВННИСХМ относится Бактороденцид – препарат селективного действия для борьбы с мышевидными грызунами, но безопасный для человека и нецелевых объектов, и Актинин – препарат на основе стрептомицета, высокоэффективный против паутинных клещей, тлей, а также колорадского жука.

Все перечисленные биопрепараты, разработанные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, являются экологически безопасными, безвредными для теплокровных животных и относятся к IV классу опасности. В ряде

научных учреждений созданы биосредства на основе энтомопатогенных грибов и их токсинов инсектицидного действия, энтомопатогенных вирусов. В последнее время в фокус внимания науки и практики защиты растений попали также и актиномицеты инсекто-акарицидного действия. Аналогичные тенденции наблюдаются и в других странах.

Наличествующий в мире перечень биопрепаратов способен подавить многих опасных массовых вредителей сельскохозяйственных растений, представленных насекомыми, клещами и грызунами. Освоение этих препаратов в должных объемах могло бы существенно улучшить экологическую обстановку в АПК и способствовать улучшению качества урожая и его сохранению. Однако отечественный и мировой ассортимент МСЗР охватывает далеко не весь перечень вредных объектов, имеющих первоочередное экономическое значение для АПК России, поэтому приоритетной задачей разработчиков биосредств для защиты растений является расширение ассортимента биопрепаратов, увеличение объемов их применения и совершенствования их качества. Одним из направлений по увеличению роли биопрепаратов в АПК России стала разработка микробных препаратов с комплексным действием, основанном на множественности биологических функций микроорганизмов. В ходе разработки нового биопрепарата Бацикола, о котором упоминалось выше, было обнаружено, что помимо энтомоцидного действия этот препарат обладает также фунгицидным эффектом, распространяющимся на важные в практическом отношении фитопатогенные грибы. Установлено, что Бацикол подавлял развитие возбудителей серой гнили Botrytis cinerea, а также некоторых представителей р.р. Fusarium, Helminthosporium, Alternaria и других. В различной степени это же явление было установлено и для других препаратов энтомоцидного действия на основе Bacillus thuringiensis. Обнаружение комплексного действия биопрепаратов позволяет расширить область использования микробных препаратов, рационализировать технологии их применения и тем самым снизить потребление пестицидов химического синтеза.

Внедрение биопрепаратов в АПК России и расширение их использования тормозятся рядом объективных и субъективных причин. На пути внедрения в практику защиты растений экологически безопасных безвредных для человека биосредств стоит во многом несовершенная, коммерциализированная система государственной регистрации. Для её полного прохождения и внесения препарата в Список разрешенных к применению СЗР разработчик должен заплатить сумму, нереальную для современного состояния финансирования научных учреждений Россельхозакадемии.

В условиях спада активности крупнотоннажного микробиологического производства представляется необходимым развитие региональной системы производства и применения биопрепаратов в малотоннажном формате. Такая инфраструктура, ориентированная на местную специфику сельскохозяйственного производства и на региональные потребности в биопрепаратах в России, функционирует и насчитывает десятки биолабораторий разного уровня, но объемы выпуска и ассортимент их продукции все еще не в состоянии преодолеть острый дефицит в биопрепаратах для АПК. ВНИИ сельскохозяйственной мик-

робиологии разрабатывает широкий ассортимент фитозащитных, а также почвоудобрительных и других биопрепаратов в расчете на региональные малотоннажные предприятия по их выпуску и применению; ведет селекцию штаммов-продуцентов для снабжения местных биолабораторий, и осуществляет все формы научного сопровождения по разработке и внедрению биопрепаратов для региональных предприятий, включая стажировки специалистов биолабораторий во ВНИИСХМ.

Аналогичные работы проводятся во ВНИИ защиты растений, ВНИИ прикладной микробиологии, ВНИИ фитопатологии, ВНИИ биометода и в других учреждениях.

Нет сомнения, что биологические СЗР, включая биопрепараты, при всех их многочисленных преимуществах в аспекте охраны природы не смогут полностью вытеснить химический метод. Однако в целом ряде сфер аграрного сектора применение биосредств признается преимущественным. Сюда относятся: курортные и водоохранные зоны, сырьевые зоны детского и диетического питания, защищенный грунт.

Наглядным примером беспестицидных технологий служит применение биопрепаратов для защиты крестоцветных культур от вредителей. В первый год возделывания капусты при высадке рассады в грунт применяется Бацикол против крестоцветных блошек (комплекс видов р. Phyllotreta). При необходимости на том же участке в конце вегетации применяют Битоксибациллин против листогрызущих чешуекрылых (белянки капустная и репная, совка), поскольку в период выборочного сбора урожая применение инсектицидов нежелательно. На капусте второго года возделывания (семенники) можно использовать Бацикол против рапсового цветоеда. На такой высокорентабельной культуре, как горчица (которая является высокоаттрактивной для вредителей) эффективно применение Бацикола как против крестоцветных блошек, так и против восточного горчичного листоеда (с эффективностью свыше 90 %), при этом отмечено действие этого препарата также и в снижении численности крестоцветных клопов (эффективность свыше 70 %).

Укрепление крупнотоннажного и регионального малотоннажного направлений производства и применения микробных средств защиты растений (без противопоставления одного другому), в тесном контакте с научными учреждениями – разработчиками биопрепаратов, будет способствовать экологизации сельского хозяйства России.

Проектирование систем защиты растений. Проектирование систем защиты осуществляется на основе определения видового состава вредных организмов в рамках агроэкологической группы земель и их потенциальной вредоносности, которая устанавливается с помощью долгосрочного и краткосрочного прогноза. Эти показатели определяются как почвенно-климатическими условиями, так и набором возделываемых культур. В зависимости от преобладающих видов вредителей, болезней и сорняков подбираются сорта сельскохозяйственных культур, обладающие толерантностью к выделенным вредным объектам, агротехнические приемы, способствующие снижению их вредоносности и средства защиты. Последние могут включать химические, биологические пре-

параты, биологически активные вещества (БАВ). Организационно-хозяйственные мероприятия и агротехнические приемы планируются на основе долгосрочного прогноза развития вредных видов.

Применение фитосанитарных средств регламентируется фитосанитарной ситуацией, складывающейся в течение периода вегетации, и осуществляется только при превышении экономических порогов вредоносности.

В зависимости от уровня интенсификации агротехнологий формируются системы защиты растений, различающиеся уровнем использования фитосанитарных средств:

1. В экстенсивных технологиях оптимизация фитосанитарного состояния посевов достигается подбором толерантных сортов; чередованием культур и пара в севооборотах; системой основной, предпосевной и послепосевной обработки почвы, обеспечивающей оптимальное сложение пахотного слоя и выравненность поверхности поля, воздушно-тепловым обогревом семян, оптимизацией сроков посева, норм высева, глубины заделки семян. Химические средства защиты применяются эпизодически, в условиях эпифитотий, при вспышках массового размножения вредителей и сорняков, которые могут привести к существенным потерям или даже уничтожению урожая.

2. Второй уровень интенсификации (нормальный) предусматривает, наряду с организационно-хозяйственными и агротехническими мероприятиями по оптимизации фитосанитарного состояния посевов, использование протравителей семян при заражении семенного материала возбудителями заболеваний выше порога вредоносности и гербицидов при высокой засоренности посевов двудольными сорняками. В технологиях подготовки пара одну-две механические обработки целесообразно заменить химической, с использованием гербицидов сплошного действия или для удешевления мероприятия – их смесью с противодвудольными препаратами. При опасности возникновения эпифитотий листостеблевых инфекций в период вегетации на семенных и наиболее продуктивных посевах применяются фунгициды. Возможно использование инсектицидов в случаях вспышек массового размножения вредителей, особенно на всходах культур, в частности, на сахарной свекле, рапсе, ячмене и т. п.

3. В интенсивных технологиях, обеспечивающих существенное повышение продуктивности культур, вредоносность вредных видов усиливается. В дополнение ко второму уровню в системах защиты здесь применяются гербициды против мятликовых сорняков. Проводится опрыскивание вегетирующих посевов фунгицидами при первых признаках проявления заболеваний. Наряду с защитой всходов от вредителей, инсектициды применяются также для защиты вегетативных и генеративных органов. Обязательным приемом следует признать и использование регуляторов роста для предотвращения полегания зерновых. В случаях задержки созревания целесообразно проводить сеникацию.

4. Высокие технологии, обеспечивающие получение продукции требуемого качества при исключении отрицательных воздействий на окружающую среду, значительно усложняют системы защиты. В этом случае необходимо не только осуществлять надзор за состоянием посевов, но и оказывать влияние на примыкающие к ним биотопы – следить за развитием полезной биоты, форми-

ровать насаждения таким образом, чтобы обеспечить привлечение на поля паразитов и хищников вредителей, в том числе и с помощью подсева энтомофильных растений (донник, фацелия, пустырник и т. п.). С другой стороны лесополосы и лесные насаждения не должны быть рассадником сорных растений. В основе систем защиты при высоких агротехнологиях лежит использование новых сортов с комплексной устойчивостью к вредным видам, в том числе генмодифицированных, индукторов иммунитета, современных селективных химических и биологических препаратов, новой техники их внесения, учитывающей неравномерность распределения вредных объектов. Здесь же целесообразно конструировать агроценозы с подсевом ловчих культур с целью отпугивания вредителей либо их привлечения на небольшие площади.

Контроль за содержанием остатков пестицидов в почве и растениях осуществляется в целях оценки возможности применения общих рекомендаций по химической защите растений в конкретных почвенно-климатических условиях и их зональной корректировки по мере необходимости; проверки соблюдения технологии и регламентов при применении химических средств защиты растений, включая правила перевозки, хранения, приготовления и внесения препаратов, захоронения их остатков и тары из-под пестицидов, а также правил обеззараживания машин и орудий, занятых на работах по перевозке, приготовлению и внесению пестицидов; установления фактических масштабов и уровней загрязнения почв остатками пестицидов, включая участки с возможным повышенным их содержанием (прилегающие к складам пестицидов, взлетно-посадочным полосам сельскохозяйственной авиации и т. д.), и определения пригодности загрязненных почв для последующего возделывания сельскохозяйственных культур; определения потенциальной опасности вторичного загрязнения остатками пестицидов смежных с загрязненными почвами сред и природных объектов; определения фактических уровней накопления остатков пестицидов в растениях и возможности реализации продукции растениеводства по назначению.

Контроль за содержанием остатков пестицидов в почве и растениях осуществляется в зависимости от ситуации, целей и задач путем выборочного или сплошного обследования почв сельскохозяйственных угодий и произрастающих на них культур на содержание остатков пестицидов.

Контроль включает следующие стадии:

– количественный и качественный анализ данных о применении пестицидов в обслуживаемой зоне в текущем году и в предыдущие годы (минимум 5 лет);

– анализ информации из хозяйств о фактическом и предлагаемом фитотоксическом действии остатков пестицидов (обработок предыдущих лет и текущего года) на возделываемые культуры;

– определение объектов, характера и масштабов предстоящего обследования;

– выбор представительных полей (участков) при проведении выборочного обследования или определение контуров полей при сплошном обследовании;

– отбор проб почв и растений с обследуемых полей (участков) и при необходимости их консервацию;

– определение концентрации пестицида в почвенных и растительных пробах физико-химическими, биохимическими или биологическими методами;

– обработку и обобщение результатов определения остатков пестицидов в почвенных и растительных пробах;

– анализ полученных данных (в том числе их сравнение с данными смежных контрольных служб и собственными данными за предыдущие годы);

– общую оценку уровней накопления остатков пестицидов в почве и растениях по хозяйствам, районам и в целом по обслуживаемой зоне (республике, краю, области, группе районов в области и т. д.);

– передачу сводного материала на обработку;

– разработку (совместно со смежными службами) рекомендаций по уменьшению содержания остатков пестицидов в почве и растениях и заключение об использовании почв и растительной продукции, содержащих остатки пестицидов выше допустимых норм.

При выборе объектов контроля необходимо учитывать токсиколого-гигиенические характеристики пестицидов, объемы и масштабы их применения в зоне обслуживания, а также почвенно-климатические условия зоны, специфику севооборотов, уровни применения минеральных и органических удобрений, возможно фитотоксическое действие остатков пестицидов на сельскохозяйственные культуры и другие факторы.

Основные критерии выбора пестицида для контроля – токсичность по отношению к теплокровным животным и фитотоксичность, персистентность (стойкость) в объектах окружающей среды (почва, растения и т. д.), объемы и масштабы применения в предыдущие годы и в текущем году.

Контроль бывает сплошной и выборочный. Сплошной контроль проводят в исключительных случаях: при обнаружении фитотоксического действия остатков гербицидов на сельскохозяйственные культуры в севооборотах или при установлении высокого содержания остатков пестицидов в почвах, которое представляет потенциальную опасность для растений, животных и человека. В остальных случаях осуществляется выборочный контроль.

Характер выборочного контроля определяется постоянством места и длительностью проведения. Контроль, проводимый ежегодно на новых полях и участках, является *текущим*. Обследование почв и растений на одних и тех же участках в течение 2-х лет и более представляет собой *стационарный контроль*; он может быть производственным и контролем-мониторингом.

Стационарный производственный контроль осуществляется в том случае, когда на определенных полях длительное время применяют или применяли стойкие и (или) высокотоксичные пестициды и существует опасность загрязнения их остатками растительных и других объектов окружающей среды, а также на технологически загрязненных пестицидами участках. Стационарный контроль-мониторинг проводят для оценки загрязнения почв и продукции растениеводства пестицидами в результате их высокой персистентности и (или) глобальной миграции. Путем такого контроля можно следить за содержанием в почве и переходом в растения остатков пестицидов, применявшихся в данном

регионе много лет назад (например, ДДТ) или переносимых в место контроля из других регионов миграционными потоками.

Основные виды контроля в агрохимической службе – выборочные: текущий и стационарный производственный. Использование других видов контроля определяется конкретными задачами и обстановкой в обслуживаемой зоне.

При выборе участков, на которых будет проводиться контроль за содержанием остатков пестицидов в почве и растениях, учитывают характер их обработок пестицидами (вид пестицида, доза и способ его применения и т. д.), возделываемые культуры (они должны быть типичными для данной сельскохозяйственной зоны и конкретного хозяйства), тип почвы (он должен быть преобладающим), рельеф местности. По всем этим показателям участки должны быть представительными и типичными, способными характеризовать общее состояние загрязнения почв остатками пестицидов. При проведении текущего контроля выбирают, как правило, те поля, на которые пестицид вносили или будут вносить в наибольших дозах, при этом учитывают его применение на тех же полях в предыдущие годы.

При сплошном обследовании сельскохозяйственных угодий на содержание остатков гербицидов специалисты хозяйства определяют контуры полей, на которых остатки гербицидов, применявшихся в предыдущем году и ранее, могут представлять опасность для культур, которые планируют возделывать в текущем году (например, зерновые после кукурузы, под которую применяли симазин).

Когда проводят выборочный текущий контроль на каждом представительном поле площадью от 30 до 60 га, выделяют не менее 3 элементарных участков площадью по 5 га, причем один из них должен быть расположен в той части поля, где по тем или иным причинам возможно повышенное содержание остатков пестицидов в почве (например, в нижней части склона). Если площадь поля менее 30 га, размеры элементарного участка могут быть в пределах 0,5–3 га. На каждых последующих 60 га выделяют также по 3 участка. Они должны быть расположены не ближе 50 м от края поля.

Выборочный стационарный контроль при оценке источника загрязнения почв пестицидами (склада пестицидов, растворного узла и т.д.) проводят на 3 элементарных участках площадью по 100 м каждый (10х10 м), причем при наличии склона (особенно в сторону реки или водоема) один из участков должен располагаться на нем, а два других – на различном расстоянии (например, 200 и 400 м) от источника загрязнения по прямой, которая должна быть направлена в сторону сельскохозяйственных угодий или проходить по ним.

При наличии видимых проявлений фитотоксического действия пестицидов, попадающих в почву из потенциального источника загрязнения, один из участков располагают в месте максимального негативного действия остатков пестицидов, а два других – на более далеком расстоянии (200–400 м) от источника по одной прямой. При проведении выборочного стационарного контроля сельскохозяйственных угодий для оценки длительности сохранения в почвах остатков устойчивых пестицидов на поле выделяют два элементарных участка

по 1 га каждый и привязывают их к местности. Один из участков должен располагаться в части поля с возможным повышенным содержанием остатков пестицидов в почве, второй – в части поля с усредненными характеристиками загрязнения. Пробы почв и растений в каждый последующий год отбирают с одних и тех же участков.

Сроки отбора проб почв и растений зависят от характера проводимого обследования. При *сплошном обследовании* отбирают только почвенные пробы. Отбор проводят перед посевом чувствительных к остаткам гербицидов культур с тем, чтобы по результатам оперативного контроля сделать заключение о возможности их возделывания на данных полях. Сплошное обследование можно проводить также осенью, после завершения всех сельскохозяйственных работ, но перед осенним внесением контролируемого гербицида, если оно запланировано. По просьбе хозяйств такое обследование может быть проведено и в другое время.

При проведении *текущего контроля* почвенные пробы отбирают в два срока: через 3–5 дней после применения пестицида и в период уборки (непосредственно перед уборкой) урожая; во второй срок отбирают также растительные пробы.

На стационарных участках, на которых не планируют вносить контролируемый пестицид в текущем году, почвенные пробы отбирают дважды: перед началом полевых работ и в период уборки (непосредственно перед уборкой) урожая. Во второй срок отбирают также смешанную пробу растений. На участках с применением контролируемого пестицида в текущем году почвенные пробы отбирают трижды: перед началом полевых работ, через 3–5 дней после применения пестицида и в период уборки (непосредственно перед уборкой) урожая. В последний срок отбирают и растительные пробы.

На стационарных участках возле потенциальных источников загрязнения почв пестицидами пробы почв отбирают трижды: весной до начала полевых работ, в течение вегетационного периода (примерно в июле) и осенью после завершения полевых работ. Пробы растений отбирают во второй срок.

Методика отбора проб почв и растений. При сплошном обследовании сельскохозяйственных угодий на содержание остатков гербицидов почвенную смешанную пробу составляют из 40 индивидуальных проб, отобранных со всего поля. Для отбора индивидуальных проб по диагонали обследуемого поля прокладывают маршрутный ход. Смешанные пробы почв отбирают со всех полей, попавших в контур обследования.

На представительных полях элементарные участки, с которых отбирают смешанные почвенные и растительные пробы, должны иметь прямоугольную форму с соотношением сторон 1:2. Отбор 40 индивидуальных проб для составления смешанной пробы ведут по длинной осевой линии элементарного участка буром на глубину пахотного горизонта. При выборочном стационарном контроле на участках размером 10х10 м 40 индивидуальных проб отбирают по осевым линиям квадрата. В садах индивидуальные пробы отбирают на расстоянии 1 м от стволов деревьев, на виноградниках и под пропашными культурами пробы почвы отбирают так, чтобы в равной мере захватить рядки и междурядья.

При обработке поля пестицидом ленточным или краевым способом индивидуальные пробы отбирают из обработанных зон.

Все индивидуальные пробы помещают в полиэтиленовый или полотняный мешочек и с сопроводительной этикеткой доставляют в лабораторию для анализа.

Для взятия пробы из подпахотного слоя почвы делают прикопки на глубину 50 см в 5 точках (методом конверта) и отбирают индивидуальные пробы на глубине 25–50 см. После их перемешивания методом квартования отбирают среднюю пробу массой 400–500 г. На одном поле, как правило, отбирают одну среднюю пробу почвы из подпахотного слоя на наиболее типичном элементарном участке.

Пробы почвы анализируют в естественно-влажном состоянии с использованием утвержденных методов. Если в течение одного дня анализ провести невозможно, пробы, отобранные для определения содержания в них хлорорганических пестицидов (ХОП), высушивают до воздушно-сухого состояния в темном помещении. При определении фосфорорганических пестицидов (ФОП) в почвенных пробах последние рекомендуется хранить в холодильнике без высушивания не более 3 сут. В исключительных случаях из каждой отобранной пробы берут по 2 навески и экстрагируют растворителем согласно методу определения. Полученные экстракты хранят в холодильнике при температуре не выше 4 °С. Время хранения экстрактов с ФОП не более 10 сут., ХОП – 30 сут.

Проблема микотоксинов, как потенциальных загрязнителей продовольственного сырья, продуктов питания человека и кормов для животных, имеет особую значимость. Степень токсичности одних плесневых грибов может не влиять значительно, другие способны вызвать сильное отравление человека и даже развитие рака внутренних органов. Кроме того, при регулярном воздействии они способны накапливаться в органах и тканях, постепенно отравляя организм.

В зависимости от видовой принадлежности микотоксины обладают способностью поражать органы кроветворения, мышечные волокна, сердечно-сосудистую систему, ткани нервной системы, печеночную и почечную ткань. В организме обнаружить их достаточно сложно, поскольку, поступая в печень, молекула микотоксина претерпевает изменения, образуя много разных форм. Поэтому употреблять продукты, зараженные плесенью, категорически нельзя.

Существует определенная группа инфекционных заболеваний животных, развивающихся при употреблении в пищу некачественных продуктов, поражённых плесенью – микотоксикозы. При этом у животных отмечается поражение центральной нервной системы, дистрофия печени, почек, сердечной мышцы, нарушение обменных процессов в организме. Особенно восприимчив к отравлению микотоксинами молодняк.

Микотоксины способны поражать разные группы пищевых продуктов. Загрязнение продуктов микотоксинами может произойти на любом этапе производства. Повышенная влажность, теплый воздух, доступ кислорода, наличие органических веществ – эти факторы способствуют развитию микотоксинов. В

таких условиях плесневые грибы быстро образуют большие колонии, в которых постоянно увеличивается концентрация токсинов. Микотоксины устойчивы во внешней среде – практически не разрушаются под воздействием высокой температуры, солнечных лучей, а также в процессе консервирования и при длительном хранении продуктов.

Рацион жвачных животных состоит из различных кормов, которые могут загрязняться несколькими видами микотоксинов одновременно. При высокой концентрации микотоксинов в кормах появляется заметное ухудшение здоровья и продуктивности животных.

Наиболее подвержены загрязнению плесневыми грибами злаковые культуры, составляющие основу рациона многих сельскохозяйственных животных. К примеру, зеараленон – один из наиболее распространенных микотоксинов, очень часто и в больших количествах обнаруживается в кукурузе (нередко выделяют из другого зернового сырья). Токсическое действие зеараленона на организм сельскохозяйственных животных наступает уже при низких концентрациях, поэтому количественное определение зеараленона является важной задачей пищевого и ветеринарного контроля. Для предотвращения образования микотоксинов необходимо своевременно принимать меры по обеззараживанию зерна. Предельно допустимая концентрация зеараленона в зерне и зерновых продуктах установлена соответствующей нормативной документацией. В продуктах детского и диетического питания его присутствие не допускается.

Афлатоксины – самая опасная группа микотоксинов, обладающая сильнейшим канцерогенным действием (способствует развитию онкологических заболеваний печени), мутагенным действием (вызывает мутации), тератогенным действием (приводит к порокам эмбрионального развития). В процессе приготовления пищи афлатоксины не разрушаются. Встречаются афлатоксины в орехах арахиса и арахисовой муке, в злаковых культурах и муке из них, бобовых и масличных культурах, а также в продуктах животного происхождения (молоко, мясо). Самым опасным и распространенным является афлатоксин B1. После скармливания скоту корма, загрязненного афлатоксином B1, в организме животного происходит преобразование в афлатоксин M1, в результате загрязненной этим микотоксином оказывается молоко. Афлатоксин M1 не разрушается при пастеризации молока, поэтому его содержание необходимо контролировать не только в молоке, но и в молочных продуктах, прошедших термическую обработку.

Охратоксин А, загрязняющий корм для свиней и других сельскохозяйственных животных, может накапливаться в мышечной ткани, почках и крови, делая опасной животноводческую продукцию. Охратоксины очень часто загрязняют зерно хлебных злаков: ячмень, пшеница, овес, рожь, кукуруза. Охратоксикоз – заболевание животных, вызванное охратоксинами, поражающими почки и желудочно-кишечный тракт.

Не всегда можно определить наличие плесневых грибов по внешнему виду, однако, микотоксины существенно влияют на органолептические свойства: появляется горечь, неприятный вкус, специфический запах (плесневый). Это обусловлено распадом органических веществ под действием микотоксинов.

Для того чтобы избежать распространения плесневых грибов необходимо уделять особое внимание профилактическим мерам по борьбе с плесневыми грибами. Основной задачей служб, контролирующих качество сельскохозяйственной и любой другой пищевой и кормовой продукции, является выявление наличия микотоксинов и сравнение обнаруженного количества с существующими во многих странах нормативами предельного содержания.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику учетным работам по определению вредителей сельскохозяйственных культур.
2. Дайте характеристику работ по учету грызунов.
3. Дайте характеристику учетным работам по распространению и развитию болезней сельскохозяйственных культур.
4. Дайте характеристику работ по учету сорных растений.
5. Что называется интегрированной защитой растений?
6. Что включает в себя система интегрированной защиты растений?
7. Дайте характеристику профилактическим и агротехническим мерам преодоления засоренности полей.
8. Дайте характеристику принципам применения гербицидов в борьбе с сорняками при проектировании агротехнологий.
9. Дайте характеристику принципам защиты растений от вредителей и болезней при проектировании агротехнологий.
10. Каковы особенности технологий применения пестицидов?
11. Дайте характеристику способам внесения почвенных гербицидов.
12. Дайте характеристику принципам контроля за содержанием остатков пестицидов в растениях и почвах и загрязнением продукции микотоксинами.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия предназначены для формирования систематизированных знаний и получения практических навыков в области проектирования технологий возделывания полевых культур, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии.

Оценка результатов выполнения задания по каждому практическому занятию производится при представлении студентом отчета о работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике практической работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знание материала получает по практическому занятию оценку «зачтено».

Защита результатов практических занятий является формой контроля текущей успеваемости студента.

Тематический план практических (семинарских) (ПЗ) занятий представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура ПЗ

Номер практического занятия	Содержание практического занятия	Количество часов ПЗ, очная форма	Количество часов ПЗ, заочная форма
1	Природно-климатическая характеристика хозяйства и его специализация	2	–
2	Характеристика и трансформация земельных угодий хозяйства	2	–
3	Расчет структуры посевных площадей	2	2
4	Разработка полевого севооборота	4	4
5	Разработка кормового севооборота	4	–
6	Планы освоения севооборотов	2	–
7	Система обработки почвы в полях освоенного севооборота	2	–
8	Меры борьбы с сорными растениями	2	–
ИТОГО		20	6

2.1. Природно-климатическая характеристика хозяйства и его специализация

Цель работы: формирование знаний о природно-климатических характеристиках хозяйства и его специализации.

Методические указания. Получить индивидуальное задание у преподавателя по району исследования и специализации хозяйства. Допускается вы-

полнение практических занятий по конкретному хозяйству после согласования с преподавателем.

Выполнение практического занятия включает разработку нескольких вопросов.

1. Природные условия района расположения хозяйства. В данном разделе дают общую характеристику природных условий расположения района или хозяйства.

2. Характеристика климатических условий. С учетом зоны расположения хозяйства оценить агроклиматические факторы (пользуясь агроклиматическим справочником). Необходимо использовать данные по следующим показателям: климат; агроклиматический район; агрометеорологические параметры среднемноголетних данных: среднесуточная температура воздуха, сумма осадков за год; дата перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С: начало, конец периода, продолжительность в днях; дата перехода среднесуточной температуры воздуха через +10 °С: начало, конец периода, продолжительность, дней; сумма активных среднесуточных температур воздуха (более 10 °С); продолжительность безморозного периода, дней; высота снежного покрова, см; наличие неблагоприятных метеорологических явлений: ливни, град, снегопады, засухи, суховеи, заморозки и др..

На основании этих данных указать культуры, которые возможно возделывать в хозяйстве, включая промежуточные, основные сроки проведения полевых работ: начало весенней обработки почвы, сроки посева культур, сроки уборки полевых культур, сроки проведения зяблевой обработки почвы.

3. Морфологическая и агрономическая характеристика наиболее распространенной пахотной почвы хозяйства. С помощью почвенной карты и литературных источников описать и зарисовать строение профиля наиболее распространенной пахотной почвы. Для этого необходимо взять сведения по следующим показателям: содержание гумуса, %; реакция pH; сумма поглощенных оснований.

На основании этих данных дать её агрономическую характеристику, оценить уровень плодородия и степень нуждаемости в известковании. Указать наиболее распространенные почвы района или хозяйства.

2.2. Характеристика и трансформация земельных угодий хозяйства

Цель занятия: формирование знаний о земельных угодьях хозяйства и умений проводить их трансформацию

Методические указания. Под земельными угодьями понимают участки земли, которые отличаются между собой способом хозяйственного использования и природными свойствами.

Студенту необходимо проанализировать состав и площадь земельных угодий хозяйства, предусмотреть увеличение площади пашни и других сельскохозяйственных угодий, установить площади земельных угодий на год освоения севооборота данные записать текстом в следующей последовательности: выявить категории всех земель хозяйства; подсчитать площадь сельскохозяй-

ственных земель и площадь хозяйства; наметить возможные пути увеличения площади пашни и других сельскохозяйственных угодий.

Состав и соотношение земельных угодий непостоянны. С развитием техники и мелиорации в обработку включают земли, которые ранее не обрабатывались. Следовательно, в таких случаях имеет место переход одних угодий в другие - пастбищ в пахотные, болот в сенокосы. Систематически проводится насаждение садов, лесов, на месте оврагов создают пруды. Переход одних земельных угодий в другие называется трансформацией.

Трансформация угодий – это их видоизменение, перевод одних видов в другие для повышения продуктивности, улучшения условий организации хозяйства, защиты почв от эрозии. Например, перевод сенокосов в пастбище, залежи - в пашню, заболоченного массива в культурное угодье и т. д.

Улучшение состава и площадей угодий достигаются и за счет проведения осушительных, оросительных, культуртехнических работ, мероприятий по окультуриванию земель.

При трансформации угодий устраняется раздробленность полей, ликвидируются мелкие контура, клинья, закустаренные участки, эрозионные водотоки, промоины. На распаханных склонах проводятся различные противоэрозионные мероприятия, что предотвращает эрозионный смыв почвы, предусматривают мероприятия по интенсификации землепользования.

Трансформация угодий делится на следующие группы:

1. Перевод угодий из менее интенсивных в более интенсивные с целью увеличения общей площади с-х земель, их видов и подвидов.

2. Перевод угодий из одного вида в другой с целью оптимизации их границ и площадей.

3. Трансформация угодий в связи с размещением почвозащитных и природоохранных объектов и сооружений, жилого, производственного, дорожного, мелиоративного строительства.

Проанализировав состав и площадь земельных угодий хозяйства, необходимо предусмотреть увеличение площади пашни и других сельскохозяйственных угодий, установить площади земельных угодий на год освоения севооборота, данные занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Трансформация земельных угодий хозяйства

Виды угодий	Фактическая площадь на год введения севооборота, га	Перейдет в другие угодья, га					Будет на год освоения севооборота
		пашню	сенокос	пастбище	прочие угодья	итого	
1	2	3	4	5	6	7	8

Необходимо дать пояснение: за счёт каких видов земельных угодий будет увеличена площадь пашни на год освоения севооборота.

2.3. Расчет структуры посевных площадей

Цель занятия: формирование знаний и умений по расчету структуры посевных площадей и урожайности на год освоения севооборотов и распределения посевных площадей по севооборотам.

Методические указания. На практическом занятии студенту необходимо выполнить расчет структуры посевных площадей и урожайности на год освоения севооборотов. На основе полученных в хозяйстве (предприятии) или у преподавателя данных годовой потребности в продуктах растениеводства заполняют таблицу. Урожайность на год освоения севооборота рассчитывают исходя из средней урожайности за 3 года. Для определения планируемой урожайности – среднюю урожайность увеличивают на 30 %. Увеличение урожайности на 30 % мотивируют применением рациональной системы обработки почвы, применением комплексных мер борьбы с сорняками и рациональным размещением культур на территории хозяйства.

Таблица 2.3. – Расчет структуры посевных площадей и урожайности на год освоения севооборотов

Сельскохозяйственная культура	Название основной продукции	Годовая потребность на год освоения севооборотов, ц	Урожайность, ц/га		Планируемая площадь на год освоения севооборота, га
			За предыдущие три года	Расчетная на год освоения севооборота	
1	2	3	4	5	6

Зная потребность продуктов растениеводства и планируемую урожайность, находят планируемую площадь посева культур на год освоения севооборотов.

Далее, на основании сведений, полученных в хозяйстве, рассчитывают структуру посевных площадей, приняв общую площадь пашни за 100 %.

Таблица 2.4 – Сводная таблица структуры посевных площадей

Название сельскохозяйственной культуры	Структура посевных площадей, га			
	На год разработки проекта		На год освоения севооборота	
	площадь, га	%	площадь, га	%
1	2	3	4	5

При распределении площади посева культур полевой севооборот должен занимать до 80 % всей площади пашни, а кормовой до 50 %. Количество севооборотов определяется: условиями ландшафтов хозяйства, структурой посевных площадей, оснащенностью технопарка, специализацией хозяйства. В некоторых условиях часть площадей сельскохозяйственных культур можно разместить на выводных участках.

Таблица 2.5 – Распределение посевных площадей по севооборотам

Название сельскохозяйственной культуры	Площадь всего, га	В том числе по севооборотам, га			
		полевой	кормовой	специальный	вне севооборота
1	2	3	4	5	6

2.4. Разработка полевого севооборота

Цель занятия: Формирование знаний и умений по разработке полевого севооборота.

Методические указания. В полевом севообороте количество полей зависит от типа севооборота и может составлять от 6 до 11. Разработку севооборота ведут по следующей схеме:

1. Определяют родственные группы и площадь родственных групп. Высчитывают структуру посевных площадей. При расчете структуры посевных площадей общую площадь пашни под всеми культурами принимают за 100%, а отдельных культур или родственных групп, соответственно, определяют. Результаты оформляют в виде таблицы 2.6.

Таблица 2.6 – Родственные группы полевого севооборота

Культура	Площадь, га	Название родственных групп культур	Площадь родственных групп		Средний размер поля в % и в га	Количество полей
			га	%		
1	2	3	4	5	6	7

2. Устанавливают средний размер поля. Средний размер поля устанавливают с таким расчетом, чтобы культуры по возможности занимали целые поля. В схеме севооборота могут быть одно-два сборных поля.

3. Определяют количество полей в севообороте по размеру среднего поля выраженному в %. Далее высчитывают количество полей, занимаемое каждой родственной группой или культурой в отдельности.

4. Приступают к составлению схемы севооборота. Перед составлением схемы определяют количество звеньев в севообороте по наличию отличных и хороших предшественников.

Составляют два-три варианта схемы. Оценивают предшественников каждой культуры в отдельных схемах севооборотов, выбирают лучшую из них и дают название севообороту. Выделяют звенья, дают полное название севооборота.

5. Проводят агротехническую оценку полевого севооборота. При агротехническом обосновании выбранного чередования культур в севообороте оценивают предшественников по влиянию на содержание питательных веществ и гумуса, на физические свойства почв, фитосанитарное состояние посевов. Информацию отражают в виде текста.

6. Оценка продуктивности полевого севооборота. Показатели продуктивности полевого севооборота рассчитываются и формируются в виде таблицы 2.7.

Таблица 2.7 – Оценка продуктивности полевого севооборота

№ поля	Культура	Площадь, га (S)	Вид продукции	Урожайность, ц/га (У)
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 2.7

В 1 ц содержится		Будет получено				Выход зерна, ц/га
к. ед.	перевариваемого протеина, кг	к. ед.		перевариваемого протеина, кг		
		с 1 га	со всей площади	с 1 га	со всей площади	
6	7	8	9	10	11	12

Далее рассчитывают показатели продуктивности полевого севооборота: выход зерна с 1 га пашни, ц; будет получено кормовых единиц с 1 га пашни; будет получено перевариваемого протеина с 1 га пашни, кг; в одной кормовой единице содержится перевариваемого протеина, г.

2. 5. Разработка кормового севооборота

Цель занятия: формирование знаний и умений разрабатывать кормовой севооборот.

Методические указания. Кормовой севооборот проектируют в той же последовательности, что и полевой. При проектировании соблюдают следующие принципы: системного подхода и плодосменности. При построении схем севооборотов учитывают особенности кормовых севооборотов.

В структуре посевных площадей кормовых севооборотов более 50 % занимают кормовые культуры. По назначению главного вида производимой продукции севообороты делятся на два подтипа: кормовые прифермские; кормовые сенокосно-пастбищные.

Прифермские севообороты обеспечивают животных зелеными и сочными кормами в течение всего лета. Размещают такие севообороты на плодородных окультуренных почвах вблизи животноводческих ферм. В них включают озимую рожь на зеленый корм, которая дает зеленую массу рано весной, многолетние травы 2 – 3 лет использования, кормовые корнеплоды, культуры на силос и др.

В структуре посевных площадей кормовых севооборотов исключаются чистые пары для повышения продуктивности пашни. Вместо чистых – вводят занятые пары. Парозанимающей культурой могут выступать однолетние травы (викоовсяная и горохоовсяная смеси), используемые на зеленый корм, ранний картофель, горох и т. п. Озимую рожь размещают после занятых паров.

Как правило, после скашивания трав и ранней уборки некоторых культур в кормовых севооборотах поля рано освобождаются. Поэтому нередко используют промежуточные культуры, которые высевают в промежутках времени, свободных от основных культур, и получают с таких полей по два или более урожаев в год. Например, после уборки озимой ржи на зеленый корм в качестве поукосных используют рапс на зеленый корм, корнеплоды, однолетние травы на зеленый корм.

Кукурузу, кормовую капусту высевают по пласту многолетних трав, а корнеплоды и картофель – по обороту пласта. Если в прифермском севообороте высевают многолетние травы, то, как правило, под покров однолетних трав или яровых зерновых (чаще овса). При использовании многолетних трав много лет подряд их выводят из чередования культур на время использования в выводное поле. В выводном поле кроме многолетних трав можно размещать кукурузу на зеленую массу, картофель и топинамбур.

Сенокосно-пастбищные севообороты вводятся в хозяйствах, где недостаточно кормовых угодий – сенокосов и пастбищ. Размещают их в основном на малопродуктивных кормовых угодьях (сенокосах, пастбищах). Особенностью сенокосно-пастбищных севооборотов является то, что многолетние травы 1, 2, 3-го годов пользования используют на сено, сенаж, травяную муку, так как в первые годы жизни многолетние травы имеют недостаточно плотную дернину, и только травы 4, 5-го годов пользования используют как пастбища. В сенокосно-пастбищном севообороте различают два периода: луговой – время активного роста и использования многолетних трав 4–8 лет; полевой – время распашки стареющего кормового угодья многолетних трав и разложения дернины. После распашки на нем возделывают однолетние культуры. В качестве однолетних культур в таких севооборотах можно возделывать полевые, кормовые и технические культуры. Для лучшего разложения дернины вводят пропашные культуры – кукурузу на силос, кормовые корнеплоды. Для разработки схемы кормового севооборота используют таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Родственные группы кормового севооборота

Культура	Площадь, га	Название родственных групп культур	Площадь родственных групп		Средний размер поля в % и в га	Количество полей
			га	%		
1	2	3	4	5	6	7

Агротехническое обоснование выбранного чередования культур в севообороте включает в себя характеристику предшественников по влиянию на содержание питательных веществ и гумуса, на физические свойства почв и фитосанитарное состояние посевов.

Показатели продуктивности кормового севооборота рассчитывают в таблице, продуктивность культур планируется так же, как и в полевом севообороте, по всем возделываемым культурам (как основным, так и промежуточным) согласно схеме севооборота.

Таблица 2.9 – Оценка продуктивности кормового севооборота

№ поля	Культура	Площадь, га (S)	Вид продукции	Урожайность, ц/га (У)
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 2.9

В 1 ц содержится		Будет получено				Выход зерна, ц/га
к. ед.	перевариваемого протеина, кг	к. ед.		перевариваемого протеина, кг		
		с 1 га	со всей площади	с 1 га	со всей площади	
6	7	8	9	10	11	12

Оценить продуктивность полевого и кормового севооборотов по выходу зерна, кормовым единицам, перевариваемому протеину с одного га площади севооборотов, заполнив таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – Сравнительная экономическая оценка продуктивности полевого и кормового севооборотов

Оценочный показатель	Кормовой	Полевой
Выход на один га пашни:		
Зерна, ц		
Кормовых единиц		
Переваримого протеина, кг		
В одной к. ед. содержится переваримого протеина, г		

Дать оценку полновесности кормовых единиц по содержанию переваримого протеина. Полноценная кормовая единица содержит не менее 105–110 г переваримого протеина. Сделать заключение по продуктивности севооборотов.

2.6. Планы освоения севооборотов

Цель занятия: формирование знаний и умений по разработке плана освоения и ротации севооборота

Методические указания. Под освоением севооборота понимается выполнение плана его освоения и переход к размещению сельскохозяйственных культур по предшественникам согласно схеме. Освоенным считается севооборот, в котором, кроме перечисленных условий, соблюдаются принятые границы полей, а размещение культур по полям и предшественникам соответствует принятой схеме чередования.

Для разработки планов освоения преподаватель выдает задание по предшественникам – культурам, выращиваемым на территории и площадям, которые они занимают.

Порядок размещения культур при освоении севооборотов выполняется в следующей последовательности.

1. В план освоения севооборота заносят фактическое размещение культур в год, предшествующий освоению, и в год освоения севооборота с тем, чтобы было видно, по каким предшественникам размещались культуры.

2. Намечают площади освоения новых земель, если такие земли входят в севооборот.

3. Размещают посевы прошлых лет. К таким культурам относятся многолетние травы, озимые хлеба и некоторые другие многолетние растения (переходящие культуры).

4. Находят место для подсева многолетних трав и расположения чистых паров.

5. Размещают культуры по наилучшим предшественникам. В пояснительном тексте дать разъяснение, что представляют собой план освоения и порядок размещения культур в переходный период, перечислить признаки, по которым севооборот считается освоенным. Разработать план освоения севооборотов.

Таблица 2.11 – План освоения полевого (кормового) севооборота

Номер поля	Площадь поля, га	Предшественники			
		20___г		20___г	
		культура	га	культура	га
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 2.11

Размещение культур в годы освоения севооборота						Номер поля в севообороте
20___г		20___г		20___г		
культура	га	культура	га	культура	га	
7	8	9	10	11	12	13

Составить ротационные таблицы полевого и кормового севооборотов, при этом первым годом ротации считать год освоения севооборота. Продолжительность ротации севооборота равняется количеству полей в севообороте.

Таблица 2.12 – Ротационная таблица полевого (кормового) севооборота

Номер поля севооборота и его площадь	Годы ротации								
	20___г	20___г	20___г	20___г	20___г	20___г	20___г	20___г	20___г

Произвольно нарисовать на отдельной странице схематический план размещения севооборотов, показать контуры и расположение полей полевого и кормового севооборотов на территории хозяйства по отношению к сооружениям и административным зданиям.

2.7. Система обработки почвы в полях освоенного севооборота

Цель занятия: формирование знаний и умений по разработки системы обработки почвы в полях освоенного севооборота.

Методические указания. При разработке системы обработки почвы руководствуются порядком чередования культур в севообороте, характеристикой почвы, результатами обследования полей на засоренность (или заданием преподавателя по количеству сорных растений в полях севооборотов).

Привести понятия и задачи основных приемов обработки почвы: лущение стерни, зяблевая вспашка, весеннее боронование, предпосевная культивация,

послойная обработка чистых паров, междурядная обработка пропашных культур, весновспашка.

Система обработки почвы полевого севооборота планируется по всем полям, начиная с первого. Для удобства проектирования заполняют таблицу.

Проектируется система обработки почвы под все культуры севооборота. Начинается обработка с основной, как правило, с зяблевой, затем проектируется предпосевная и послепосевная обработки. Для каждого поля указывают степень и характер засоренности, гранулометрический состав почвы и глубину пахотного слоя. С учетом этих условий проводятся конкретные приемы обработки почвы в сроки, характерные для данной местности (примерные календарные или агротехнические). Качественные показатели отражают глубину обработки, количество следов, направление обработки, в зависимости от предыдущей обработки или уклона поля. Цель и задачи отражают для чего проводится конкретная обработка почвы и каковы ее основные задачи в данном поле. Полностью указываются орудия обработки и их марки.

Система обработки почвы кормового севооборота планируется, так же, как и в полевом севообороте, по всем возделываемым культурам (как основным, так и промежуточным) согласно схеме севооборота. Приемы обработки, их сроки и условия проведения записывают в таблицу 2.13.

Таблица 2.13 – Система обработки почвы в полевом (кормовом) севообороте

Номер поля	Культура, засоренность поля	Прием обработки почвы	Срок обработки	Качественные показатели	Цель и задачи обработки	Орудия обработки
1	2	3	4	5	6	7

2.8. Меры борьбы с сорными растениями

Цель занятий: формирование знаний и умений по разработке мер борьбы с сорными растениями.

Методические указания. На практическом занятии разрабатывается комплекс мероприятия для борьбы с сорными растениями в севооборотах хозяйства. При планировании мер борьбы с сорной растительностью необходимо учитывать их видовой состав, биологические особенности, фазу развития сорняка.

Предупредительные меры борьбы с сорняками. Запланировать предупредительные мероприятия по предотвращению попадания семян сорных растений в посевы сельскохозяйственных культур.

Истребительные меры борьбы с сорняками. Уточнить истребительные мероприятия по удалению сорной растительности в полях полевого и кормового севооборота хозяйства. Указать наиболее важные из них и подробно описать их цель, задачи и технологию проведения.

Агротехнические меры борьбы. Запланировать агротехнические мероприятия для предотвращения попадания семян сорняков в посевы и уничтожения уже вегетирующих сорняков.

Уничтожение в почве запаса семян. Привести методы уничтожения в почве запаса семян сорных растений на примере севооборотов хозяйства.

Уничтожение вегетативных органов размножения. Охарактеризовать методы уничтожения вегетативных органов размножения сорных растений и указать место и время проведения данных мероприятий на примере севооборотов хозяйства.

Уничтожение сорняков в посевах. Привести методы уничтожения сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур для исследуемого региона.

Биологические меры борьбы. Привести примеры биологических мер борьбы с сорной растительность на территории хозяйства.

Химические меры борьбы. Запланировать применение гербицидов для борьбы с сорняками в полевом севообороте, заполнив таблицу. В каждом поле, исходя из ожидаемой засоренности и агротехники, запланировать применение 1–3 гербицидов, преобладающие сорняки и степень засоренности выбрать самостоятельно или по заданию преподавателя.

Таблица 2.14 – Химические меры борьбы

Номер поля	Культура	Преобладающие сорняки	Название гербицида	Норма расхода на 1 га	Сроки применения
1	2	3	4	5	6

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Особенность курса заключается не только в его теоретической, но и практической направленности. Методическая модель преподавания дисциплины основана на проведении еженедельного контроля текущей успеваемости обучающегося.

К текущей аттестации относится защита лабораторной работы.

Всего запланировано 16 текущих аттестаций при изучении дисциплины.

При подготовке к текущей аттестации рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей тематике лабораторной работы.

К защите следует представлять лабораторные работы, оформленные в полном соответствии с заданиями. Выполнять задания следует, придерживаясь алгоритма решения, представленного в учебно-методическом пособии к лабораторным работам.

Оценка «**Зачтено**» является экспертной и зависит от уровня освоения студентом практического материала, наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на вопросы (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок / Критерий	**2**	**3**	**4**	**5**
	0–40 %	**41–60 %**	**61–80 %**	**81-100 %**
	«не зачтено»	**«зачтено»**		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Для успешного прохождения текущей аттестации студенту следует ответить на один-два вопроса, представленных в конце каждой лабораторной работы. В случае, если студент не смог дать полный и верный ответ, преподаватель может задать дополнительные вопросы.

Для прохождения текущей аттестации студент должен показать набор знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект и в состоянии решить поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» направления подготовки 35.03.04 – «Агрономия», студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнению контрольной работы.

Перечень тем контрольной работы определяет преподаватель дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры». Номера вариантов и соответствующие им темы курсовой работы приведены в таблице 4.1.

Однако если студент интересуется какой-либо конкретной проблемой, тему контрольной работы он может предложить сам и согласовать ее с преподавателем дисциплины «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры». Тем не менее, решающим правом выбора темы для студента обладает преподаватель. Основными критериями его решения являются актуальность и научность предлагаемой студентом темы, ее соответствие тематике дисциплины и будущим профессиональным интересам студента.

Таблица 4.1 – Варианты и темы контрольной работы по дисциплине «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки Агрономия

Номер варианта курсовой работы	Тема контрольной работы
01	Характеристика агротехнологий по интенсивности
02	Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных культур
03	Агроэкологическая оценка и типология земель
04	Факторы жизни растений и принципы их регулирования в наукоемких агротехнологиях
05	Планирование урожайности полевых культур
06	Разработка структурных моделей посевов сельскохозяйственных культур с учетом предшественников и планируемой урожайности при различных уровнях интенсификации агротехнологий
07	Дистанционные и информационные методы и средства управления агротехнологиями
08	Особенности проектирования агротехнологий на землях различных агроэкологических групп в зональном и провинциальном аспектах
09	Оценка эффективности агротехнологий и опыт их освоения
10	Особенности возделывания полевых культур на примере пшеницы озимой

Вариант контрольной работы у студентов заочной формы обучения выбирают по номеру зачетной книжки: номер варианта соответствует двум по-

следним номерам этого документа. Например, номер зачётной книжки 2308, последние цифры «08», значит надо отвечать на вопросы восьмого варианта. Если номер оканчивается цифрами «00», то он соответствует 10-му варианту курсовой работы. В таблице 4.2 представлена форма для определения номера варианта контрольной работы по номеру зачетной книжки.

Таблица 4.2 – Соответствие номера зачетной книжки и варианта контрольной работы по дисциплине «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки Агрономия

Последние цифры номера зачетной книжки										Номер варианта контрольной работы
01	11	21	31	41	51	61	71	81	91	01
02	12	22	32	42	52	62	72	82	92	02
03	13	23	33	43	53	63	73	83	93	03
04	14	24	34	44	54	64	74	84	94	04
05	15	25	35	45	55	65	75	85	95	05
06	16	26	36	46	56	66	76	86	96	06
07	16	27	37	47	57	67	77	87	97	07
08	18	28	38	48	58	68	78	88	98	08
09	19	29	39	49	59	69	79	89	99	09
10	20	30	40	50	60	70	80	90	00	10

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к контрольным работам.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

5. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основная литература:

1. Кирюшин, В. И. Агротехнологии: учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2015. – 484 с.

2. Разработка проекта севооборотов, системы обработки почвы и комплексных мер борьбы с сорняками: методические указания для курсовой работы / сост. Я. В. Субботина, Н. Ю. Каменских; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учрежд. высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокростъ», 2018. – 43 с.

3. Справочник агронома Нечерноземной зоны. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 367 с.

4. Сафонов, А. Ф. Проектирование систем земледелия хозяйств / А. Ф. Сафонов. – Москва: МСХА, 1996. – 447 с.

Дополнительная литература:

1. Лошаков, В. Г. Севооборот и плодородие почвы: В. Г. Лошаков; ред. В. Г. Сычев. – Москва: Изд-во ВНИИА, 2012. – 511с.

2. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – Москва: Колос: 1996. – 367 с.

3. Земледелие: учебник / под ред. А. И. Пупонина. – Москва: Колос, 2013. – 550 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюшин, В. И. Агротехнологии: учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2015. – 484 с.

2. Разработка проекта севооборотов, системы обработки почвы и комплексных мер борьбы с сорняками: методические указания для курсовой работы / сост. Я. В. Субботина, Н. Ю. Каменских; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учрежд. высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокростъ», 2018. – 43 с.

Локальный электронный методический материал

Александр Иванович Юсов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕВООБОРОТОВ И ПОЛЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 6,4. Печ. л. 5,1.

Издательство федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1