ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ
Опорный конспект лекций

ТЕМА 1. Классификация инноваций в растениеводстве. Инновационная инфраструктура и основные направления инновационного развития растениеводства Республики Беларусь

Инновация– нововведение в области техники, технологии, организации труда и управления, основанные на использовании достижений науки и передового опыта, а также использование этих новшеств в самых разных областях и сферах деятельности.

Инновация применительно к АПК - это новые технологии, новая техника, новые сорта растений, новые породы животных, новые удобрения и средства защиты растений и животных, новые методы профилактики и лечения животных, новые формы организации, финансирования и кредитования производства, новые подходы к подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров и т.д.

Применительно к АПК инновации представляют собой реализацию в хозяйственную практику результатов исследований и разработок в виде новых сортов растений, пород и видов животных и кроссов птицы, новых или улучшенных продуктов питания, материалов, новых технологий в растениеводстве, животноводстве и перерабатывающей промышленности, новых удобрений и средств защиты растений и животных, новых методов профилактики и лечения животных и птицы, новых форм организации и управления различными сферами экономики, новых подходов к социальным услугам, позволяющих повысить эффективность производства.

Классификация инноваций применительно к растениеводству по Горпинченко К. Н. представлена в таблице 1, а втаблице 2 представлены основные типы инноваций в растениеводстве.

Таблица 1 **– Систематизация классификации инноваций применительно к растениеводству**

Признак классификации	Виды инноваций
Надсистема (факторы, влияющие на возникновение инновации)	
Причина возникновения	Стратегические Оперативные Тактические
Вход в систему (ресурсы, требующие для создания инновации)	
Источник инвестирования**	Инновации, инвестируемые государством Инновации, инвестируемые физическим лицом
Вид ресурса, используемые для создания инновации**	Инновации, созданные на основе материальных ресурсов Инновации, созданные на основе информационных ресурсов
Система (создание, развитие)	
Степень новизны инноваций	Радикальные (долго использующиеся в мировой практике) Модернизированные (усовершенствованные) Фантомнонаучный или псевдоинновации (совершенствование отживших)
Этапы инновационного процесса *	Научно-исследовательскх работ (создание) Опытных работ (опытное производство) 2 Серийного производства 3 Выхода на рынок (распростанение)
Форма новшества - основы инновации	Открытия, изобретения, патенты Рационализаторские предложения Ноу-хау Новые документы, описывающие технологические, производственные, управленческие процессы, конструкции, структуры, методы
Участник технологического процесса**	Оказывающие воздействие на человека

	Оказывающие воздействие на растение Оказывающие воздействие на технику Влияющие на состояние почвы
Тип инноваций	Селекционно-генетические Технико-технологические Организационно-управленческие и экономические Социально-экологические
Выход (достигнутые цели, результат)	
Вид эффекта, полученного в результате внедрения инновации	Научно-технический Социальный 8 Экологический 9 Экономический Интегральный
Актуальная среда (распространение в окружающей среде)	
Сфера внедрения инновация*	Внедренные в сфере науки 3 Внедренные в сфере образования Внедренные в управление Внедренные в материальном производстве Внедренные в процессе переработки и хранения
Области применения инновации (предназначенные для применения) **	Национальном уровне Мезоуровне Микроуровне в т.ч. для: - внутреннего применения; - накопления в хозяйствующем субъекте; - продажи

По предмету и сфере применение в АПК целесообразно выделить четыре типа инноваций: селекционно-генетические; технико-технологические и производственные; организационно-управленческие и экономические; социально-экологические (таблица 2). Первый тип инноваций присущ только сельскому хозяйству.

Таблица 2 - **Классификация типов инноваций в АПК**

Селекционно-генетические	**технико-технологические и производственные**	**организационно-управленческие и экономические**	**социально-экологические**
Новые сорта и гибриды с\х растений Новые породы, типы животных и кроссы птицы Создание растений и животных, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды	Использование новой техники Новые технологии возделывания с/х культур Новые индустриальные технологии в животноводстве Научно-обоснованные системы земледелия и животноводства Новые удобрения и их системы Новые средства защиты растений Биологизация и экологизация земледелия Новые ресурсосберегающие технологии производства и хранения пищевых продуктов, направленных на повышение потребительской ценности продуктов питания	Развитие кооперации и формирование интегральных структур в АПК Новые формы технического обслуживания и обеспечения ресурсами АПК Новые Фомы организации и мотивации труда Новые формы организации и управления в АПК Маркетинг инноваций Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности Концепции, методы выработки решений Формы и механизмы инновационного развития	Формирование системы кадров научно-технического обеспечения АПК Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села Оздоровление и улучшение качества окружающей среды Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения

Селекционно-генетические инновации – специфический тип нововведений, присущий только аграрной сфере. К ним относятся как фундаментальные, так и прикладные исследования. Например, Российская академия сельскохозяйственных наук проводит исследования по расширению генофонда растений и его эффективному использованию в селекции сельскохозяйственных культур. На этой основе создаются новые сорта и гибриды. В рамках этих исследований ежегодно высевается в полевых условиях 35 тыс. образцов сельскохозяйственных культур. Оценка результатов проводится по морфологическим, физиологическим, иммунологическим, биохимическим и другим признакам. В результате выявляется в среднем около 7 тыс. источников ценных свойств, а после углубленного генетического изучения из этого числа выделяется около 100–130 образцов-доноров. Именно они служат основой для последующей селекционной работы.

Среди других направлений, имеющих фундаментальный характер и ориентированных на практическое применение, следует отметить генную, клеточную и хромосомную инженерии, молекулярную вирусологию и др.

Селекционно-опытные и семеноводческие учреждения РАСХН проводят прикладные исследования, передают новые сорта и гибриды в производство. Таким образом, инновационные проекты селекционно-генетического характера служат основой для производственно-технологических нововведений.

Производственно-технологические инновации – это нововведения, которые, будучи результатами научных, в том числе селекционно-генетических разработок, находят свое практическое применение в производстве *новых видов* сельскохозяйственной и продовольственной *продукции* или обеспечивают существенное *улучшение качества* традиционной продукци*и* . К этому же типу инноваций следует относить принципиально новые *технологии* проведения сельскохозяйственных работ, применение *новых методов* содержания скота, *технологии хранения и переработки* сельскохозяйственного сырья, которые обеспечивают повышение и сохранение биологически ценных качеств продукции, снижение ее ресурсоемкости.

Организационно-управленческие инновации включают институциональные нововведения при формировании принципиально новых организационно-правовых структур интегрированного типа (агрохолдинги, агрофирмы, технопарки и пр.), создание информационно-консультационных систем. В практической деятельности хозяйствующих субъектов нововведения включают в область менеджмента, логистики, применения информационных технологий, новых методов маркетинговой деятельности и пр. Организационно-управленческие нововведения приобретают особое значение в переходные периоды, когда осуществляются структурные трансформации, проводятся аграрные реформы.

Экономико-социо-экологические инновации – нововведения в системах экономических и социальных отношений, в регулировании производства и рынка, в комплексном развитии сельских территорий, а также новые методы решения экологических проблем.

Все перечисленные типы нововведений имеют множество конкретных форм воплощения. Это результаты фундаментальных и прикладных исследований, патенты на изобретения, лицензии, товарные знаки, документация на новые технологии, инновационные проекты, национальные, региональные и отраслевые инновационные программы.

Научное обеспечение технологических инноваций в сельском хозяйстве

Прикладные технологические исследования в интересах устойчивого развития АПК развиваются в следующих основных *направлениях* (сферах):

– земледелие, мелиорация, водное и лесное хозяйство;

– растениеводство и защита растений;

– зоотехния и ветеринарная медицина;

– механизация, электрификация и автоматизация производства;

– хранение и переработка сельскохозяйственной продукции

Интегральую цель научного обеспечения инновационных прорывов в аграрном секторе можно определить следующим образом: разработка и практическое применение *ресурсо-*

энергосберегающих, экологически безопасных и *экономически оправданных технологий* на основе повышения *генетического потенциала* сельскохозяйственных растений и животных, использования прогрессивных *методов селекции* и разработки интегрированных и специализированных *информационных систем.*

Все виды инновационной деятельности (НТД) представляют собой инновационную сферу, т. е. область деятельности производителей и потребителей инновационной продукции (товаров и услуг), включающую распространение инноваций. Инновационная деятельность немыслима без четко работающей инновационной инфраструктуры. В инновационную инфраструктуру включаются организации, фирмы, объединения, охватывающие весь цикл осуществления инновационной деятельности от генерирования новых научно-технических идей и их обработки до выпуска и реализации наукоемкой продукции. Таким образом, инновационная инфраструктура - это совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга организаций или их подразделений, осуществляющих инновационную деятельность и способствующих ей. К таким организациям относятся: **инновационный инкубатор** - сложный многопрофильный комплекс, как правило, занимающий отдельное здание и реализующий широкий перечень инновационных и информационных услуг. Инкубатор предоставляет услуги сторонним фирмам в течение 2-5 лет, после чего эти фирмы покидают инкубатор и начинают самостоятельную деятельность. Можно обозначить виды работ, проводимых в инкубаторе: экспертиза инновационных проектов, которая включает научно-техническую (определяется новизна и достоверность предлагаемого проекта), экологическую и коммерческую экспертизы, поиск инвесторов и предоставление им необходимых гарантий, предоставление на льготных условиях помещений, оборудования опытного производства, оказание правовых, рекламных, информационных, консультационных и прочих услуг. Инкубатор как коммерческая организация обеспечивает свою деятельность на самоокупаемости за счет участия в будущих прибылях, инновационных фирм. Инновационные инкубаторы явились основой и ядром будущих технологических парков и технополисов;• **технологический парк** - это научно-производственный территориальный комплекс, в состав которого входят ряд центров: исследовательский, инновационный, маркетинговый, центр обучения и центр информационных технологий. Функционирование технопарка основано на коммерциализации научно-технической деятельности и ускорении продвижения инноваций в сферу материального производства;• наивысшим проявлением интеграционной тенденции в инновационной деятельности является **технополис.** Он представляет собой целостную научно-производственную структуру, создаваемую на базе отдельного города, в экономике которого заметную роль играют технопарки и инкубаторы. Он представляет собой конгломерат, состоящий из нескольких сотен исследовательских учреждений,промышленных фирм, внедренческих, венчурных и других организаций. Центром технополиса, его стержневым звеном, обычно является крупный университет - генератор и носитель фундаментальной науки. В более подробном рассмотрении инновационная инфраструктура включает ряд элементов, важнейшими из которых являются:• структуры, объединяющие научно-иновационные предприятия (бизнес-инновационные центры, бизнес-инкубаторы, технопарки, венчурные предприятия); сеть структур финансирования, кредитования и страхования инновационной деятельности (инвестиционные, инновационные, венчурные фонды, страховые компании); сеть организаций материально-технического обеспечения инновационной деятельности (лизинговые, снабженческие предприятия, центры коллективного пользования приборами и оборудованием для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ); сеть центров передачи технологий, система обмена информацией о разработках, разработчиках, инвесторах, кредиторах, рынках сбыта и т.д.; сеть ярмарок, бирж и других структур, обеспечивающих взаимодействие разработчиков, производителей и потребителей новых продукции и технологий; сеть структур, оказывающих маркетинговые, консалтинговые, сертификационные, юридические, рекламные услуги. Механизм реализации инновационной деятельности должен предусматривать ее регуляторы: льготное налогооб-

ложение, кредитование, субсидирование, стимулирование труда научных кадров и других разработчиков инноваций. Инновационные стратегия и политика реализуются инновационной деятельностью предприятия. Под инновационной деятельностью понимаются использование собственных или заимствованных результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обеспечивающих повышение эффективности способов и средств осуществления производственных процессов и создания новой продукции. Целью инновационной деятельности является создание условий для обеспечения эффективности работы предприятия на основе повышения его конкурентоспособности, конкурентоспособности продукции и улучшения использования ресурсов путем внедрения инноваций. Для обеспечения высокой эффективности инновационной деятельности при ее осуществлении должны соблюдаться следующие **принципы**:1. *непрерывность*, предполагающая своевременную замену инноваций модернизированными или новыми по мере их морального старения;2. *целенаправленность*, предполагающая ориентацию на достижение стратегических и тактических целей развития предприятия:3. *приоритетность*, предполагающая выбор важнейших направлений инновационной деятельности на данном этапе с учетом возможностей предприятия;4. *альтернативность*, предполагающая разработку различных вариантов инновационных решений и выбор наилучшего из них;5. *комплексность*, предполагающая охват инновациями смежных объектов и сфер деятельности предприятия;6. *обоснованность*, предполагающая обоснование научно-технического, социального, экологического и экономического эффекта инноваций с учетом действия факторов внешней среды;7. *адаптивность*, предполагающая корректировку инновационной стратегии, политики и инновационного плана в связи с изменением факторов внешней среды.

Инновационное развитие растениеводства в 2021-2025 годах предусматривается путем реализации следующих основных направлений:

- внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость продукции, повысить производительность труда и эффективность производства продукции растениеводства;

- сохранение и повышение почвенного плодородия и рациональное использование сельскохозяйственных земель;

- повышение эффективности защиты сельскохозяйственных культур за счет совершенствования технологии их возделывания и оптимизации фитосанитарного состояние обеспечивающих получение стабильных урожаев сельскохозяйственной продукции при разных погодно-климатических условиях;

- использование в сельскохозяйственном производстве республики наиболее интенсивных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений;

- развитие интенсивного кормопроизводства, обеспечивающего производство высококачественных травяных кормов и создание устойчивой кормовой базы для животноводства;

- внедрение элементов системы точного земледелия, освоение новых ресурсосберегающих и наукоемких технологий производства.

Реализация настоящей подпрограммы будет способствовать:

- увеличению объемов производства продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий на 14,5 процента к уровню 2020 года;

- обеспечению производства зерна в объеме не менее 10 млн. тонн, что позволит удовлетворить потребности в сырье организаций, осуществляющих производство хлебопродуктов:

- обеспечению производства картофеля в объеме не менее 6 млн. тонн, овощей -1,9 млн. тонн, плодово-ягодной продукции - 687 тыс. тонн, маслосемян рапса -1000 тыс. тонн, льноволокна - 55 тыс. тонн, сахарной свеклы - 5 млн. тонн, комбикормов -5,8 млн.

тонн, свекловичного сахара до 620 тыс. тонн и сохранению его экспортного потенциала на уровне не менее 239 тыс. тонн.

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию осуществляет научное обеспечение инновационного развития отрасли растениеводства Беларуси. Основными направлениями научной и научно-технической деятельности организации являются:

- Совершенствование систем земледелия и кормов с учетом конкретных почвенно-климатических зон республики, обеспечивающие рациональное использование природных, социально-экономических ресурсов и охрану окружающей среды;
- Создание высокопродуктивных, высококачественных сортов и гибридов зерновых колосовых, зернобобовых, гречихи и кукурузы, кормовой свеклы, льна, крестоцветных культур и многолетних трав с использованием традиционных методов и современных достижений в области биотехнологии, генетики и селекции;
- Разработка экономически обоснованных и экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства, позволяющих максимально реализовать генетический потенциал растений в конкретных экологических зонах республики при минимальных энергетических затратах;
- Разработка новых экономически целесообразных и совершенствование существующих технологий приготовления и хранения кормов.
- В РУП "НПЦ НАН Беларуси по земледелию" осуществляется селекционный процесс по 42 сельскохозяйственным культурам, в том числе по 8 видам бобовых и 11 видам злаковых трав. За последние 15 лет создано 38 сортов многолетних трав, из них 28 включены в Государственный реестр.
- В РУП "НПЦ НАН Беларуси по земледелию" продолжено формирование коллекций генетических ресурсов. Сформирована база данных базовой коллекции, которая является ключевым звеном в системе документирования. Пополнилась новой информацией описательная база данных включающая информацию о хозяйственной полезности, ценности селекционного материала, идентификационных и биохимических признаках и свойствах. Подготовлен национальный электронный каталог генетических ресурсов хозяйственно полезных растений, который включает перечень образцов коллекций зерновых, зернобобовых, крупяных, зерно-кормовых и кормовых культур в количестве 7165 образцов и краткое описание 200 паспортизированных коллекционных образцов.
- В Центре проводится адаптация видового состава кормовых культур к изменяющимся климатическим условиям и связанная с этим оптимизация структуры посевных площадей. Выявлены виды многолетних трав, формирующие высокую продуктивность при различных уровнях обеспеченности влагой на пашне и луговых угодьях.
- В производстве осваивается 103 сорта зерновых, зернобобовых, кормовых и технических культур селекции РУП "НПЦ НАН Беларуси по земледелию". Особое внимание уделено освоению новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, отличающихся улучшенными показателями качества растениеводческой продукции.

ТЕМА 2. Этапы инновационного процесса. Выявление и оценка инновационных рисков

Инновационный процесс - это процесс преобразования научного знания в нововведение, который можно представить как последовательную цепь событий: «**наука - техника - производство**»

Основой инновационного процесса является стадия «наука». Она включает фундаментальные исследования (ФИ), прикладные исследования (ПИ), научно-технические разработки (НТР).

Фундаментальные исследования (ФИ) делятся на теоретические фундаментальные исследования (ФТИ) и поисковые фундаментальные исследования (ФПИ), которые служат первичным этапом инновационного процесса.

Результаты (ФТИ) аккумулируются в научных открытиях, обоснованиях новых открытий и представлений, положениях новой теории. Как правило, ФТИ завершаются созданием новшества.

Результаты (ФТИ) аккумулируются в научных открытиях, обоснованиях новых открытий и представлений, положениях новой теории. Как правило, ФТИ завершаются созданием новшества.

НИР прикладного характера ставят своей целью решение технических проблем, уточнение неясных теоретических результатов, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве научно-технического задела при выполнении НТР.Информационные работы - научные работы, направленные на улучшение поиска и совершенствование анализа научно-технической информации. Важнейшей частью ИР являются патентные исследования.

Организационно-экономические работы направлены на совершенствование организации, управления и планирования производства, методов организации труда, классификации и оценки эффективности научных работ и т. д.Научно-учебные работы осуществляются с целью подготовки кандидатских и докторских диссертаций, монографий, научных статей, учебных пособий, а также учебных и научных работ аспирантов, соискателей и студентов и т. д.

Инновационные риски – это вероятность потери вложенных средств или не достижения желаемого результата вследствие неопределенности (изменчивости) объективных условий осуществления нововведений, а также в результате неэффективного менеджмента.

Управление инновационными рисками – выявление возможных источников риска; количественные оценки вероятного экономического ущерба; разработка мер по предупреждению рисковых ситуаций; страхование инновационных рисков и проведение других операций по привлечению венчурного капитала в процесс нововведений.

При неблагоприятных условиях инновационный проект реализуется с меньшим, чем ожидалось, экономическим эффектом. Сказанное в равной мере относится ко всем типам инноваций. Но кроме объективных источников рисков существуют специфические факторы рисков для отдельных типов инноваций.

К основным рискам, которые могут возникнуть при реализации Государственной программы, относятся:

макроэкономические риски, связанные с ухудшением внутренней и внешней экономической конъюнктуры, снижением объемов производства, ростом инфляции, что может привести к ухудшению финансового положения исполнителей проектов и мероприятий Государственной программы, невыходу создаваемых производств на проектную мощность, снижению платежеспособного спроса на продукцию, доходности и инвестиционной активности субъектов хозяйствования;

финансовые риски, предусматривающие неполное и (или) несвоевременное финансирование проектов и мероприятий Государственной программы, в результате чего возможно увеличение сроков их реализации или прекращение выполнения этих проектов и мероприятий;

правовые риски, обусловленные изменением законодательства, длительностью периода формирования нормативной правовой базы, необходимой для эффективной реализации Государственной программы, что может привести к увеличению сроков реализации проектов и мероприятий Государственной программы и (или) изменению условий их выполнения;

административные риски, связанные с недостаточно эффективной координацией выполнения Государственной программы, низкой эффективностью взаимодействия заинтересованных сторон, что может повлечь нарушение планируемых сроков реализации Государственной программы, решение ее задач не в полном объеме, снижение эффективности выполнения Государственной программы.

В целях минимизации воздействия рисков в ходе реализации Государственной программы планируются:

повышение межведомственного взаимодействия путем привлечения заинтересованных сторон к обсуждению проектов документов на этапе их разработки;

учет планируемых изменений в законодательстве;

ежегодное уточнение объемов финансовых средств, направляемых на реализацию проектов и мероприятий Государственной программы, в том числе в зависимости от достигнутых результатов, и определение приоритетов для их первоочередного финансирования;

расширение практики финансирования проектов Государственной программы на возвратной основе Белорусским инновационным фондом;

формирование эффективной системы координации выполнения Государственной программы;

проведение систематического мониторинга реализации Государственной программы;

своевременная корректировка Государственной программы.

К частным рискам в области растениеводства относятся:

Природно-климатические риски, обусловленные биологической природой используемых в сельском хозяйстве ресурсов и расположением Республики Беларусь в зоне рискованного земледелия, что способно привести к сокращению объемов производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, снижению эффективности хозяйствования субъектов, осуществляющих деятельность в области агропромышленного производства, а также увеличению объемов импорта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания;

Торгово-экономические риски, предусматривающие ценовые колебания на внутреннем агропродовольственном рынке, структурные изменения потребительских предпочтений, ограниченность каналов сбыта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, что может явиться причиной снижения финансовой устойчивости организаций, осуществляющих деятельность в области агропромышленного производства;

Риски в области ***селекционно-генетических*** *инноваций* возникают как неизбежное следствие объективно существующей *неполноты знаний* генетиков и селекционеров о законах развития растительных и животных организмов, о влиянии на них неблагоприятных условий внешней среды, о процессах клеточного и молекулярного уровня. Поэтому всегда есть риск после многих лет исследования получить результат, не отвечающий потребностям практики.

Риски, связанные с вероятностным характером конечных результатов селекционной работы, порождаются длительным периодом формирования инновационного потенциала. Его началом являются многолетние фундаментальные разработки, которые в случае их успеха переходят на стадию прикладных селекционных разработок по выведению новых сортов и гибридов. Их средняя продолжительность составляет 5–8 лет. Наконец, районирование новых сортов и семеноводство, позволяющее получить критическую массу семян для практических нужд, также требует нескольких лет. Таким образом, инновационные циклы нередко измеряются десятилетиями. Это само по себе уже становится источником инновационного риска, т.к. в течение столь длительного периода исходные научные знания и гипотезы, методы исследования, научное оборудование могут устареть.

Риски ***в производственно-технологических*** *инновациях* порождают: удорожание оборудования и материалов, связанных с освоением новых технологий; недостаточное качество инвестиционных проектов; неблагоприятное изменение рыночной конъюнктуры для вновь осваиваемой продукции; ухудшение в процессе реализации проекта условий его финансирования и другие подобные факты.

Отсутствие собственных источников финансирования, большие размеры просроченной кредиторской задолженности и непосильные банковские проценты при кредитовании стали жесткими барьерами на пути любых инноваций в предприятия АПК.

В сфере ***организационно-управленческих*** *инноваций* существуют следующие источники рисков: недостаток (неполнота или отсутствие) необходимой законодательной базы, неразвитость рыночной инфраструктуры, в частности, информационных систем; инфляция; общая экономическая нестабильность. С другой стороны, в период реализации инновационных проектов часто проявляются и внутренние факторы: слабая подготовленность специалистов и особенно менеджеров в хозяйстве, недостаточная мотивация работников для освоения ими нововведений и другие.

В инновационном менеджменте особенно важным является обеспечение своевременного и непрерывного финансирования всех этапов разработки и реализации инновационного проекта. Проекты производственно-технологического и организационно-управленческого характера для отдельных предприятий, как правило, финансируются за счет собственных средств и кредитов.

Для аграрной сферы необходимо привлечение венчурного капитала, в первую очередь частного, который по своей природе предназначен для работы в условиях повышенного риска. В Республике пока еще мало венчурных компаний. Но их число увеличится, если для этого будут созданы законодательные и экономические условия. Венчурные компании, реализующие принципиально новые разработки, должны пользоваться государственной поддержкой для частичной компенсации потерь от неосуществленных, но потенциально прогрессивных научных идей и инновационных проектов.

ТЕМА 3. Системы техногенной и адаптивной интенсификации производства растениеводческой продукции по классификации А. А. Жученко

Предтечей научно обоснованных инновационных взглядов на вопросы производства растениеводческой продукции явилась теория адаптивной интенсификации, разработанная Жученко А.А.

Основные отличия техногенной и адаптивной интенсификации представлены в табл.3.

Таблица 3 – **Основные отличия техногенной и адаптивной интенсификации**

Показатель	Техногенная	Адаптивно-интенсивная
Факторы интенсификации	Преимущественно химико-техногенные, базирующиеся на все возрастающем использовании исчерпаемых ресурсов	Биологизация и экологизация интенсификационных процессов, вовлечение качественно новых факторов
Использование ресурсов	Экспоненциальный рост затрат невосполнимых ресурсов, в т.ч. энергии на каждую дополнительную единицу продукции	Максимальное использование воспроизводимых и неисчерпаемых ресурсов в продукционных и средообразующих процессах агрофитоценозов.
Землепользование	Уравнительное, истощительное, природоопасное	Дифференцированное почвоулучшающее, природоохранное
Районирование территории	Почвенно-климатическое, природохозяйственное	Агроэкологическое, ландшафтно-и биосферо-адаптивное
Почвы и удобрения	Почва – субстрат; полный возврат питательных веществ	Почва – «живой организм»; формирование ризосферной среды, в т.ч. для ассоциативной и симбиотической азотфиксации, мобилизации труднодоступных соединений минерального питания
Севообороты	Агроэкологически уравнительные, с короткой ротацией или монокультура	Агроэкологически дифференцированные; полидоминантные
Сорта (гибриды	Высокая потенциальная урожайность при генетической однородности и экологической уязвимости	Сочетание высокой потенциальной урожайности, экологической устойчивости и средоулучшающих функций; генетический полиморфизм

Средства защиты	Стратегия на уничтожение вредных видов; эффекты «пестицидного бумеранга» и «эволюционного танца» в системе «хозяин-паразит»	Интегрированная система, базирующаяся на управлении динамикой численности популяций полезных и вредных видов фауны и флоры, в т.ч. на основе агробиоценотической регуляции
Использование достижений науки	Ограниченная востребованность; игнорирование важнейших законов развития природа и общества	Наукоемкость, многофакторность, интегрированность, технологизации новых, в т.ч. фундаментальных знаний
Экологическая безопасность	Разрушение и загрязнение природной среды, сокращение биоразнообразия	Поддержание биологического разнообразия и экологического равновесия в агроландшафтах; высокое «качество среды обитания» как важнейшее условие повышения «качества жизни» человека
Экономика и организация	Государственный протекционизм и конкуренция экономических блоков на мировом рынке продовольствия; узкая специализация хозяйств	Либерализация и интеграция мирового рынка при «разделении труда» на основе адаптивного размещения производства продовольствия; многопрофильность хозяйств

Рассматривая возможности современной селекции и генетической инженерии, Жученко А.А. определяет принципиально новые приоритеты самой селекции растений, вытекающие из их современного понимания:

- роль интегрированности генома у высших эукариот, проявляющейся в формировании блоков коадаптированных генов и сохранении их status quo при передаче наследственной информации от одного поколения к другому;
- необходимость перехода от управления изменчивостью моногенных признаков к комбинаторике количественных (полигенных) признаков, многие из которых относятся к хозяйственноценным;
- первостепенную роль мейотической рекомбинации (а не мутаций) в формировании потенциальной, свободной и доступной отбору генетической изменчивости у растений, роль абиотических и биотических факторов внешней среды, определяющих не только направление и темпы естественного отбора, но и выступающих в качестве индукторов генетической изменчивости;
- создание источников и доноров хозяйственно-ценных признаков и свойств сельскохозяйственных растений для выведения новых сортов сельскохозяйственных культур, ориентированных на стабильно высокую, на 30-50% выше существующего урожайность;
- создание трансгенных растений картофеля с повышенной устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам; исходного материала для получения сортов картофеля, устойчивых к парше;
- усовершенствование генно-инженерной технологии получения рапса с целевыми генами;
- создание эффективных источников устойчивости пшеницы к септориозу;
- создание ген-источников для селекции ячменя с высокими пивоваренными качествами, зимостойкостью, болезнеустойчивостью, устойчивостью к поражению темно-бурой пятнистостью;
- создание самоопылённых линий сахарной и кормовой свёклы на основе использования ядерного гена стерильности;
- создание коллекции генетических источников рапса на зимостойкость, гибридность и качество;
- разработка генетических основ селекции гибридного подсолнечника, адаптированного для возделывания в условиях республики, устойчивого к белой и серой гнили, мучнистой росе);
- разработка методов комплексной оценки качества зерна ржи, пшеницы и тритикале по белковым маркёрам в целях сокращения сроков выведения сортов за счёт повышения точности оценок, выделения ценных, уникальных генотипов;

- создание на основе межвидовой гибридизации и клеточной инженерии нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу, вирусным и бактериальным болезням, с повышенным содержанием сухих веществ. Выведение конкурентоспособных сортов картофеля с высокой биологической ценностью.

ТЕМА 4. Генно- модифицированные организмы. Аргументация сторонников и противников технологий ГМО

Генети́чески модифици́рованный органи́зм (ГМО) — организм, генотип которого был искусственно изменён при помощи методов генной инженерии.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (FAO) рассматривает использование методов генетической инженерии для создания трансгенных сортов растений либо других организмов как неотъемлемую часть сельскохозяйственной биотехнологии. Прямой перенос генов, отвечающих за полезные признаки, является естественным развитием работ по селекции животных и растений, расширивших возможности селекционеров в части управляемости процесса создания новых сортов и расширения его возможностей, в частности, передачи полезных признаков между нескрещивающимися видами

С 1996 года, когда началось выращивание ГМ-растений, площади, занятые ГМ-культурами выросли до 175 млн гектаров в 2013 году (более 11 % от всех мировых посевных площадей). Такие растения выращиваются в 27 странах, особенно широко — в США, Бразилии, Аргентине, Канаде, Индии, Китае, при этом начиная с 2012 года производство ГМ-сортов развивающимися странами, превысило производство в промышленно развитых государствах. Из 18 миллионов фермерских хозяйств, выращивающих ГМ-культуры, более 90 % приходится на малые хозяйства в развивающихся странах.

На 2013 год, в 36 странах, регулирующих использование ГМ-культур, было выдано 2 833 разрешений на использование таких культур, из них 1 321 — для употребления в пищу, и 918 — на корм скоту. Всего на рынок допущено 27 ГМ-культур (336 сортов), основными культурами являются: соя, кукуруза, хлопок,рапс, картофель· Из применяемых ГМ-культур подавляющее большинство площадей занимают культуры, устойчивые к гербицидам и насекомым (часто к обеим сразу)

Во многих случаях использование трансгенных растений существенно повышает урожайность, по данным метаанализа, проведенного в 2014 г., урожайность ГМО-сельхозкультур за счет снижения потерь от вредителей на 21.6% выше, чем у немодифицированных, при этом расход пестицидов ниже на 36.9%, затраты на пестициды снижаются на 39.2%, а доходы сельхозпроизводителей повышаются на 68.2%

Процесс получения трансгенной растительной ткани с измененным фитогормональным статусом приоисходит в природе без вмешательства человека. В ходе эволюции у двух видов агробактерий (*Agrobacterium tumifaciens, A. Rizogenes*) сформировался паразитический механизм, позволяющий им синтезировать не только необходимые белки, используя генетический аппарат растения-хозяина, но и обеспечивать постоянный приток пластических веществ, дифференцировку зараженных клеток.

Основа паразитического механизма агробактерий – введение в растительную клетку плазмиды. Она встраивается в хромосомную ДНК растения. Плазмида содержит гены: 1) специфических бактериальных белков (наполина, октапина); 2) ферментов синтеза фитогормонов – ауксина и цитокинина. При этом уровень этих фитогормонов повышается, специализированная растительная клетка дедиффиринцируется и бесконечно делится, образуя галл при заражении или множество нитевидных воздушных корней.

На основе плазмид агробактерий созданы векторные системы для переноса генов в хромосомный геном растения.

Генетически модифицированные организмы получают методом трансформации при помощи одного из способов: **агробактериальный перенос, баллистическая трансформация, электропорация или вирусная трансформация**. Большая часть коммерческих

трансгенных растений получена при помощи агробактериального переноса или баллистической трансформацией. Обычно для переноса используют плазмиду, которая содержит ген, работа которого придает организму заданные свойства, промотор, который регулирует включение этого гена, терминатор транскрипции а также кассету, которая содержит селективный ген стойкости к антибиотику канамицину или гербициду. Получение трансгенных сортов нового поколения не предусматривает использование селективного гена, побочные качества которого могут рассматриваться как нежелательные. Зато генетическая конструкция может нести несколько генов, которые необходимы для комплексной работы генетической конструкции.

До 2014 года в России ГМО можно было выращивать только на опытных участках, был разрешён ввоз некоторых сортов (не семян) кукурузы, картофеля, сои, риса и сахарной свёклы (всего 22 линии растений). С 1 июля 2014 г. вступает в силу Постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2013 г. № 839 «О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы»

Если разобраться подетально, как **действует ГМО** на мир растений, насекомых, животных и человека, то рисуется такая картина.

1. В сельском хозяйстве при выращивании кукурузы и хлопчатника долгое время очень удачно использовался органический инсектицид - бактериальный Bt-токсин (в виде суспензии бактерий Bacillus thuringiensis) для борьбы с множеством вредных насекомых.

Полученные путем встраивания гена Bt-токсина в соответствующих представителей нужного вида растений, биоинженерные растительные конструкции оказались очень устойчивыми к насекомым-вредителям, и более того, если раньше погибали от действия инсектицида и полезные насекомые, то теперь действие токсина стало избирательным – только на насекомых-вредителей. Но, оказалось, что встроенный инсектицид присутствует в таком растении постоянно, и поэтому невозможно регулировать его концентрацию. А также, токсин располагается и в тех частях растения (особенно в первом поколении ГМР), которые ранее не затрагивали насекомые.

2. Гербициды, которыми раньше обрабатывались сельскохозяйственные угодья, действовали на вредные растения, нарушая их обменные процессы и приводя к гибели, за счет таких химических веществ, как глюфозинат амония, глифосат и другие. Перенеся из грунтовых бактерий Agrobacterium tumefaciens в растения ген EPSPS, а из бактерии Streptomyces viridochromogenes - ген PAT, ученые получили растения, устойчивые к глифосату и глюфозинату аммония соответственно. Это снизило затраты на обработку полей ядохимикатами. Но выявились факты, что существует опасность передачи такого свойства как устойчивость к гербицидам, другим растениям (например, сорнякам). Были, также, проведены исследования на предмет устойчивости этих свойств у растений на протяжении нескольких лет и выяснилось, что без дополнительной обработки гербицидами эта устойчивость «вымывается» из генома. Но когда дело касается деревьев, которые годами растут без смены поколения, то вопрос безопасности остается открытым.

3. Многие, культивируемые в мире растения, подвержены грибковым, бактериальным и вирусным заболеваниям, которые приводят к гибели урожая. Генетики нашли способы, которые дают возможность растению сопротивляться таким заболеваниям. Например, одной из очень распространенных технологий является косупрессия. Она позволяет перенести в ДНК растения ген специального вируса, который занимается перекодировкой белка растения, после чего растение начинает производить белок вируса накануне того времени, когда заразится вирусной инфекцией, и тем самым включает заранее защитный механизм у растения, чтобы не дать размножится вирусу.

Далее, у растений семейства пасленовых (томаты, баклажаны, картофель) есть грибковое заболевание – фитофтороз. Раньше культивация этих растений требовала обработки полей фунгицидом множеством раз за один сезон (до 16 раз), что значительно отравляло

почву и воды. Были созданы генно-модифицированные представители этих растений с признаками устойчивости к фитофторозу, но наряду с полезными свойствами ген перенес и ряд нежелательных качеств для растений.

4. Наряду с экспериментами инженеров-генетиков в области создания генных модификаций, проводились и противоположные исследования, направленные на выявление нежелательных последствий при потреблении продуктов генной инженерии животными и человеком. Лабораторным животным на протяжении, определенного экспериментом времени, давали корма из **трансгенных растений**. Результаты оказались неутешительные:

У крыс стал накапливать природный токсин в организме, снизился иммунитет, изменился состав крови, появились аллергические реакции, необратимые изменения в пищеварительной системе;

Потомство крыс получилось с высокой смертностью, недоразвитое, с аномалиями внутренних органов, с пониженной сопротивляемостью заболеваниям, второе поколение оказалось бесплодным.

5. Что касается здоровья человека, то проводить исследования по **влиянию ГМО и трансгенных растений** на человеческий организм достаточно сложно, так как это требует больших временных промежутков. Как правило, все исследования в этой области носят характер анализа статистически собранной информации. В результате полученных таким образом данных, выяснилось, что на сегодняшний день особую опасность представляют собой аллергические реакции на продукцию генной инженерии. Дело в том, что перенос гена – это фактически перенос чужеродного белка, на который организм в нормальном состоянии отвечает соответствующей реакцией иммунитета – аллергической реакцией. А последствия аллергии могут оказаться очень тяжелыми и даже вызывать гибель.

Список ГМО, одобренных в России для использования, в том числе в качестве пищи населением

1. Соя (Линии)
2. A2704-12 (Авентис КропСайнс, устойчивость к глюфосинату аммония)
3. A5547-127 (Авентис КропСайнс, устойчивость к глюфосинату аммония)
4. CV127 (BASF, устойчивость к гербициду imidazolinone)
5. GTS 40-3-2 (Монсанто, устойчивость к глифосату)
6. MON89788 (Монсанто, устойчивость к глифосату)
7. Картофель
8. Сорт Russet Burbank Newleaf, (Монсанто, устойчивость к колорадскому жуку, 2000—2007)
9. Сорт Superior Newleaf, (Монсанто, устойчивость к колорадскому жуку, 2000—2008)
10. «Елизавета+ 2904/1 kgs», «Луговской+ 1210 amk» (Центр «Биоинженерия» РАН, Россия; Cry-токсины и метаболизм антибиотиков неомицин и канамицин)
11. кукуруза
12. Линия 3272 (Сингента)
13. Линия Bt11 (Сингента Сидс, устойчивость к зерновому точильщику и глюфосинату аммония)
14. Линия GA 21 (Монсанто, устойчивость к глифосату)
15. Линия MIR 162 (Сингента)
16. Линия MIR 604 (Сингента)
17. Линия MON 810 (Монсанто, устойчивость к стеблевому мотыльку)
18. Линия MON 863 (Монсанто, устойчивость к Диабротике)
19. Линия MON 88017 (Монсанто)
20. Линия NK-603 (Монсанто, устойчивость к глифосату)
21. Линия T-25 (Авентис КропСайнс, устойчивость к глюфосинату аммония)
22. Рис
23. Линия LL 62 (Баер КропСайнс, устойчивость к глюфосинату аммония)

24. Сахарная свёкла
25. Линия H7-1 (Монсанто, устойчивость к глифосату)
26. Линия 77 (Сингента Сидс и Монсанто, устойчивость к глифосату, 2001—2006)

Общественное мнение

В Европе, согласно отдельным социологическим опросам, только 5 % всех жителей доброжелательно относятся к модифицированным продуктам, а 95 % убеждены, что они способны нанести серьезный вред здоровью.

Как показывают опросы общественного мнения, общество в целом не слишком осведомлено об основах биотехнологии. Большинство верит утверждениям типа: *Обычные томаты не содержат генов, в отличие от трансгенных томатов*.

По мнению молекулярного биолога Анны Гловер, противники ГМО страдают «формой умственного помешательства». Откровенность А. Гловер привела к её отставке с поста главного научного консультанта Совета Европы

Отличительные особенности трансгенного сорта гречихи GRANBY**от обычных сортов**

Повышенная засухоустойчивость + 55 С*. Урожайность-до 60 ц/га. М1000-45 г.

Характеризуется устойчивостью к высоким температурам во время цветения и плодообразования пыльца гречихи не сгорает и при температуре + 53 С*.

Имеет устойчивый иммунитет к всем заболеваниям гречихи, поражающих обычные сорта гречихи такие как (асхитозу, фитофторозу, филлостиктоз, бактериозу, к мозаике, серой гнили, белой пятнистости, корневой гнили, бактериальная пятнистость и т.д.) и не поражается этими заболеваниями.

Устойчив ко всем вредным насекомым поражающим обычные сорта гречихи (т.к. все виды тли, минирующей мухой, все виды совок озимой, совка - гамма, моль, пилильщик, трипс, галлица, листоблошка гречишная, комарик гречишный, личинка хруща, стеблевая нематода и т.д.) в связи с внедренным в структуру клетки ДНК - гречихи тетра гена выделенного из растения полыни горькой.

Устойчива к засолению почв.

Зерно гречихи равномерно созревает на всем растении и не осыпаться, до полного созревания плодов гречихи, благодаря этому гречиха не нуждается в десикации, убирается гречиха на прямую комбайнами.

Растение гречихи является самоопыляющимся и поэтому не требует присутствия пчел.

Этот сорт был посеян в 2014году в следующих областях Украины: Днепропетровской и Винницкой.

ТЕМА 5. Органическое (биологическое) земледелие. Регуляторы роста растений

Ещё в 1924 Рудольф Штейнер в Кобервитце прочёл свой «Сельскохозяйственный курс», ставший концепцией биодинамического земледелия.

В Англии впервые термин «органическое сельское хозяйство» (*organic farming*) употребил лорд Нортборн (Lord Northbourn, Walter Ernest Christopher James) в 1940. В деле развития и популяризации концепции важную роль сыграли такие люди, как Альберт Говард, Ив Балфор, Джером Ирвинг Родейл. Ив Балфор в 1939 заложила Хаглийский эксперимент, в котором более 40 лет на разных полях одной фермы велось «обычное» и органическое земледелие с целью их всестороннего сравнения.

В 1972 в Версале была основана Международная Федерация органического сельскохозяйственного движения (IFOAM), поставившая своей целью распространение информации и внедрение органического сельского хозяйства во всех странах мира. С начала 1990-х мировые рынки, связанные с органическим сельским хозяйством, растут на 20 % ежегодно.

Это метод ведения сельского хозяйства, который исключает применение пестицидов, гербицидов, химических удобрений, различных регуляторов роста растений, а так же генномодифицированного посевного материала.

Органическое земледелие, (природное земледелие, биологическое земледелие, точное земледелие) – это метод ведения сельского хозяйства, который исключает применение пестицидов, гербицидов, химических удобрений, различных регуляторов роста растений, а так же генномодифицированного посевного материала.

Экологически чистая технология производства продукции растениеводства предполагает исключение загрязнения почвы, поверхностных и грунтовых вод, воздуха токсическими веществами, нарушающее биологическое равновесие экологической среды. Она предусматривает применение небольших норм азотных удобрений, не загрязняющих грунтовые воды нитратами. Будущее, безусловно, за такими технологиями. Однако эти технологии не исключают применения быстро детоксицируемых гербицидов, прочих пестицидов, не накапливающихся в растениях, а также умеренных норм азотных удобрений.

Биологически чистая продукция – это продукция естественного химического состава, свойственного данному виду растений.

Органические продукты — продукция сельского хозяйства и пищевой промышленности, изготовленная без использования синтетических пестицидов, синтетических минеральных удобрений, регуляторов роста, искусственных пищевых добавок, генетически модифицированных продуктов. В переработке и производстве готовой продукции запрещены рафинирование и минерализация, добавление искусственных ароматизаторов и красителей.

Традиционно (после Второй мировой войны) пользуются спросом продукты растениеводства, животноводства и пчеловодства. Более новые виды органического хозяйства — виноделие, сбор дикоросов и разнообразная переработка органического сырья, которая не должна испортить его качество. Растениеводство до сих пор остаётся своего рода каноном, базой для всех остальных видов продукции.

Органические продукты – это такие продукты, при производстве которых:

в **растениеводстве** запрещено использовать ядохимикаты для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, а также минеральные удобрения синтетического происхождения, при этом защита растений осуществляется преимущественно препаратами натурального происхождения, а для питания почвы и растений используются органические удобрения;

категорически запрещено использование генетически модифицированных организмов;

В специализированных магазинах. Они получили различные названия:«**Органические продукты» (США Англия)«Биопродукты» (Швейцария Германия)«Экопродукты» (Норвегия Голландия) и.т.д**

В среднем оргпродукты в Европе стоят всего лишь на 20-40% дороже, чем обычные, за счёт высокой производительности труда, и сбыта продукции на месте.

Преимущества органических продуктов. Отличные вкусовые качества, отсутствие вредных примесей, высокие стандарты качества органической продукции, имеют положительное влияние на Ваш организм, охраняют Ваше здоровье.

Органические продукты безопасны для человека и окружающей среды, они не загрязнены нитратами, тяжелыми металлами, остатками пестицидов, гербицидов и других веществ химического синтеза.

Органические продукты не содержат болезнетворных микроорганизмов, паразитов и аллергенных компонентов.

Органические продукты не содержат генетически модифицированных организмов и веществ, произведенных на их основе.

Органические продукты сохраняют питательные свойства, качество, безопасность и натуральный состав при переработке, поскольку используются только натуральные мето-

ды переработки и традиционные рецепты, природные вещества и материалы для упаковки, запрещено использование синтетических ароматизаторов, консервантов, добавок и т.д.

Употребление органических продуктов косвенно способствует сохранению окружающей среды, а именно положительно влияет на воспроизводство естественного плодородия почв, способствует увеличению природного биоразнообразия; улучшает здоровье животных, поскольку применяются такие методы их содержанию, которые согласуются с их природными потребностями и не причиняют страдания животным.

Первый органический стандарт появился в 1967 году, первый сертификат на пяти страницах — в 1973-м. Органические стандарты на уровне Евросоюза стали приниматься в 1991 году, и сейчас объём некоторых из них превышает 100 страниц. Первая в истории Ассоциация органических фермеров была организована в Германии.

В странах Западной Европы рынок таких продуктов существует с конца семидесятых годов и особенно бурное развитие получил после 1993 года, когда Европейским союзом был принят закон об экологическом агропроизводстве. В 1998 году экологические продукты появились на прилавках супермаркетов и стали продуктами массового потребления (до этого они продавались в маленьких специализированных магазинчиках для небольшой группы потребителей). В настоящее время имеется ряд международных стандартов по экологической маркировке: **ИСО 14020 – 99, ИСО 14021 – 2000, ИСО 14042 – 2000.** Согласно требованиям этих стандартов производители должны декларировать экологические характеристики своей продукции на всех стадиях жизненного цикла

Международной федерацией органического сельскохозяйственного движения (FOAU) для оптимизации минерального питания растений в качестве удобрений разрешено применять навоз КРС, перегной, вермикомпост, рыбную муку, побочную продукцию растениеводства, субстраты грибов, сорбенты, ионообменники, минеральные удобрения естественного происхождения без заводской химической переработки(фосфоритная мука, зернистые фосфориты, сульфатные калийные соли). В органическом производстве подлежат строгому запрету любые виды минеральных удобрений промышленного производства.

В частности, агропроизводителям стоит обратить внимание на новое поколение органоминеральных удобрений (ОМД, принципом изготовления которых является обязательное применение процессов компостирования, а органической основой - разрешены стандарты органического земледелия подстилочный навоз, птичий помет, а также агроруды природного происхождения: торф низинный, переходный и верховой, сапропели озерные, бурый уголь.

Органическое Сельское Хозяйство Замкнутого Цикла (ОСХЗЦ) основано на экологических принципах испльзования возобновляемых ресурсов, переработки и биоразнообразия, которые делают фермы частью экосистемы.

ОСХЗЦ объединяет органическое растениеводство и животноводство. Число животных уравновешивается в соответствии с имеющейся землей сельскохозяйственного назначения. В сочетании с выращиванием бобовых пастбищ в рамках севооборота хозяйство может достигать высокой степени самообеспеченности кормом и удобрениями

С помощью ОСХЗЦ можно:

• снизить выведение азота и фосфора в окружающую среду через рециркуляцию питательных веществ

• сократить выбросы парниковых газов за счет малого ввода внешних ресурсов и поглотителей углерода

• повысить плодородие почв и природных заповедников и обогатить их азотом за счет увеличения выращивания бобовых

• избежать синтетических пестицидов и применить методы естественной борьбы с вредителями с помощью севооборотов

• повысить биоразнообразие посредством разнообразной системы земледелия и методов ведения сельского хозяйства с малыми затратами

Органическая система землепользования не только исключают необходимость в синтезированном азоте, но и способствуют улучшению качества почвы, благодаря чему уменьшаются потери азота за счет инфильтрации. Просачивание нитратов из традиционной системы на 50% выше, чем из систем органического землепользования.

В обеих органической системе отмечается хорошая способность поглощать и удерживать углерод, а значит, увеличивается вероятность того, что сельскохозяйственные методы могут сыграть роль в сокращении эффекта глобального потепления.

Хотя трудовые затраты в среднем примерно на 15% выше в органических системах земледелия (колеблясь примерно от 7% до 75% выше), они распределяются на протяжении всего года в органических системах земледелия более равномерно, чем в традиционных системах производства.

Поскольку экологически чистые продукты зачастую приносят более высокие цены на рынке, чистый экономический доход на 1 га часто равняется или выше, чем доход от урожая, выращенного традиционным способом.

Севооборот и запашное растениеводство, типичное для органически чистого сельского хозяйства, уменьшает эрозию почвы, проблему вредителей и применение пестицидов.

Переработка отходов животноводства снижает загрязнение окружающей среды, принося при этом пользу органическому сельскому хозяйству.

Обильная биомасса как наземная, так и подземная (органическое вещество почвы) также увеличивает биологическое разнообразие, которое помогает в биологической борьбе с вредителями и увеличивает опыление сельскохозяйственной культуры насекомыми.

Технологии традиционного органического земледелия могут быть внедрены в обычное сельское хозяйство, чтобы сделать его более устойчивым и экологически целесообразным.

Органическое вещество почвы (почвенный углерод) и азот были выше в органических системах земледелия, принося много выгод для общей результативности органического сельского хозяйства.

Хотя более высокие уровни органического вещества почвы и азота были установлены в органических системах, такая же интенсивность вымывания нитратов была обнаружена для них в традиционном производстве кукурузы и сои.

Более высокие уровни органического вещества почвы помогали сохранять почву и водные ресурсы и оказались полезными в засушливые годы.

Расход энергии ископаемого топлива на органическое растениеводство был примерно на 30% ниже, чем для традиционного производства кукурузы.

В зависимости от культуры, почвы и погодных условий, урожайность культур, выращиваемых органическим способом, на гектар, может равняться урожайности традиционного сельского хозяйства, хотя возможно, что экологически чистые товарные культуры нельзя выращивать так часто со временем из-за зависимости от обычной практики добавлять питательные вещества и бороться с вредителями.

Пока внутренний рынок органических продуктов в Беларуси развит мало, производители вполне могут ориентироваться на рынок ЕС. Что для этого нужно?

В первую очередь, сертификат органического продукта; гарантия минимальных объёмов поставок; стабильность перевозок и высокая репутация поставщика. При наличии сертификата со всеми остальными позициями можно работать: покупатель ищет свой товар, он готов выехать на место и познакомиться с вами, готов взять русскоговорящего сотрудника.

Тем не менее, несистемные поставки вызовут недовольство, поскольку при самом лояльном отношении ваш партнер работает на конкурентном рынке и должен вести себя адекватно.

Этапы внедрения органического земледелия

Что нужно делать, если вы решили, что он должен быть органическим?

- Выбрать нужный для вас стандарт.
- Выбрать аккредитованную сертифицирующую организацию под конкретный стандарт. В Беларуси это «Kvira BCS» (Германия), «Ecoglobe» (Армения), «Albert AG» (Германия), «Органик стандарт» (Украина). Последняя аккредитована в 9 странах, но выходит ещё в 6-ти: стратегически планирует только те, где нет собственных сертифицирующих органов. На сайтах всех компаний размещены стандарты, с которыми они работают.
- Оформить заявку.
- Согласовать требования и стоимость.
- Заключить контракт.
- Начать работу и готовиться к первой проверке. Обязательные проверки проводятся один раз ежегодно и есть ещё дополнительные. Часть из них не анонсируется. Одна обязательная проверка проводится, если вы начинаете экспортировать продукцию за границу.
-

Принципы органического земледелия

Принцип здоровья. Органическое сельское хозяйство должно поддерживать и улучшать здоровье почвы, растения, животного, человека и планеты как единого и неделимого целого Этот принцип показывает, что здоровье индивидуума и общества не может существовать отдельно от здоровья экосистем – на здоровых почвах растут здоровые растения, которые поддерживают здоровье животных и людей. Здоровье - это единство и целостность живых систем. Это не просто отсутствие болезней, это сохранение физического, психического, социального и экологического благополучия. Иммунитет, устойчивость и способность к восстановлению являются ключевыми характеристиками здоровья

Принцип экологии. Органическое сельское хозяйство должно основываться на принципах существования естественных экологических систем и циклов, работая, сосуществуя с ними и поддерживая их Этот принцип «укореняет» органическое сельское хозяйство среди живых экологических систем. Он утверждает, что производство основывается на экологических процессах и переработке. Поддержка и благополучие достигаются через экологизацию среды производства. Например, для растений – это живая почва, для животных – экосистема фермы, для рыбы и морских организмов – это водная среда.

Принципы ведения органического земледелия, выпаса скота и использование природных систем в дикой природе, с целью получения урожая, должны соответствовать природным циклам и балансам. Эти циклы универсальны, но при этом характер их протекания зависит от места расположения. Управление органическим сельским хозяйством должно быть адаптировано к местным условиям, среде, культуре и масштабам. Воздействие должно быть снижено путем повторного использования, утилизации и эффективного управления материалами и энергией с целью поддержки и улучшения экологического качества и охраняемых ресурсов.

Органическое сельское хозяйство должно достигать экологического баланса путем проектирования систем землепользования, создания мест обитания и поддержания генетического и сельскохозяйственного разнообразия. Производители, переработчики, торговцы, потребители органических продуктов, должны защищать и охранять окружающую среду, включая ландшафты, климат, среду обитания, биологическое разнообразие, воздух и воду.

Принцип справедливости. Органическое сельское хозяйство должно строиться на отношениях, которые гарантируют справедливость с учетом общей окружающей среды и жизненных возможностей. Справедливость характеризуется объективностью, уважением,

корректностью и хозяйственным отношением, общими для всего мира, как в отношениях между людьми, так и с другими живыми существами.

Этот принцип подчеркивает, что все, кто вовлекается в органическое сельское хозяйство, должны придерживаться принципов гуманности в форме, которая гарантирует справедливость на всех уровнях и для всех сторон – фермеров, рабочих, переработчиков, распространителей, продавцов и потребителей.

Органическое сельское хозяйство должно предоставлять каждому вовлеченному субъекту, высокий уровень жизни и делать вклад в продовольственную суверенность стран и преодоление бедности. Оно направлено на производство достаточного количества высококачественных пищевых и иных продуктов.

Природные ресурсы, которые используются в производстве и потреблении, должны рассматриваться с позиций социальной и экологической справедливости с учетом интересов будущих поколений. Справедливость требует, чтобы системы производства, распределения и торговли были открытыми, равноправными и учитывали реальные экологические и социальные затраты

Принцип заботы. Управление органическим сельским хозяйством должно носить предупредительный и ответственный характер для защиты здоровья и благополучия нынешних и будущих поколений и окружающей среды.

Органическое сельское хозяйство - это живая и динамичная система, которая реагирует на внутренние и внешние потребности и условия.

Те, кто использует методы органического сельского хозяйства, могут улучшить эффективность и повысить продуктивность, но при этом здоровье и благополучие не должны подвергаться риску.

Поэтому должны оцениваться новые технологии, а существующие методы следует постоянно пересматривать. В случае неполного понимания принципов существования экосистем и ведения сельского хозяйства, должны предприниматься соответствующие меры.

Этот принцип утверждает, что предосторожность и ответственность являются ключевыми компонентами в выборе методов управления, развития, а также приемлемых технологий в органическом сельском хозяйстве.

Научные исследования необходимы как гарант того, что органическое сельское хозяйство является здоровым, безопасным и экологичным. При этом, однако, отдельно взятых научных знаний недостаточно.

Органическое сельское хозяйство должно предотвращать риски путем применения соответствующих технологий и отказа от тех из них, последствия которых трудно предсказать, например, генетической инженерии.

Регуляторы роста растений

У растений выделено 5 классов фитогормонов:

1)Ауксины – индолилуксусная кислота и ее производные, вызывающие растяжение клеток, активизирующие рост частей растений, образование корней у черенков растений. Образуются в апикальной меристеме и растущих тканях.

2)Гиббереллины – гибберелловая кислота и др. (более 50) стимулируют деление или растяжение клеток, активизирующие рост стебля, прорастание семян. Синтезируются в молодых листьях, молодых семенах, плодах и ткани эндосперма.

3)Цитокинины – производные пуринов, стимулирующие деление клеток, прорастание семян; способствуют заложению почек у целых растений или изолированных тканей. Источники – плоды и ткани эндосперма.

Кроме того, стимуляторами роста могут выступать вещества негормональной природы – витамины, некоторые фенолы, производные мочевины и другие вещества. Они образуются в очень малых количествах и являются частью регуляторных свойств фитогормонов. Например, не все витамины могут транспортироваться в растении, а в сочетании с фито-

гормонами способствуют лучшему росту растений. Т.е. усиливают действие фитогормонов.

Все природные фитогормоны – ауксины, гиббереллины, цитокинины и негормональные соединения имеют общее название – *ростовые вещества*. Все природные ростовые вещества и синтезированные называются *стимуляторами роста*.

4)Ингибиторы роста – соединения, подавляющие физиологические или биохимические процессы в растениях, ростовые процессы, прорастание семян и распускание почек. К ним относятся вещества фенольной или терпеноидной группы гормональной и негормональной природы. Из гормональных это абсцизовая кислота и ее аналоги.

5)Этилен – относится к ингибиторам, но выделяется в отдельную группу как газообразное вещество. Под влиянием этилена происходит опадение листвы, изгибы черешков, торможение роста проротков. Он тормозит действие ауксинов, гиббереллинов, цитокининов.

Существуют и синтетические ингибиторы роста: ретарданты, антиауксины, морфактины, парализаторы, резко приостанавливающие рост всех органов.

Биологическая активность большинства фиторегуляторов обусловлена их способностью влиять на какой-то компонент фитогормональной системы. Это достигается за счет ряда причин: 1) повышение уровня фитрогормона при введении извне его аналога; 2) воздействия на биосинтез фитогормона (стимулирование или подавление); 3) блокирование транспорта фитогормона; 4) воздействия на систему инактивации фитогормона (стимулирование или подавление); 5) конкуренции за присоединение к рецептору фитогормона; 6) инактивации фитогормонрецепторного комплекса.

Любые биологически активные вещества, регуляторы роста требуют осторожного обращения с ними. Передозировка этих соединений опасна: можно не только не получить ожидаемого эффекта, но и столкнуться с прямопротивоположным результатом.

Для успешного практического применения всех фитогормонов или их синтетических заменителей необходимо соблюдение определенных основных условий:

- Фитогормоны оказывают влияние лишь тогда, когда в растении их недостает. Это чаще всего наблюдается в особые, переломные моменты жизни растительного организма (прорастание семян, цветение, образование плодов), а также когда нарушена целостность растительного организма (черенки, изолированные ткани). В некоторых случаях условия внешней среды препятствуют образованию гормонов, тогда этот недостаток может быть восполнен их экзогенным внесением.

- Клетки, ткани, органы должны быть компетентны (восприимчивы) к фитогормонам. Компетенция связана с общим состоянием внутриклеточных процессов. Клетка может быть на одной фазе роста компетентна к внесению данного фитогормона, а на другой – нет.

- Необходимо достаточное снабжение растения водой и питательными веществами.

-Действие всех гормонов зависит от концентрации. Повышенная концентрация сверх определенного уровня вызывает не стимуляцию, а резкое торможение роста и даже гибель растений.

- Эндогенные (естественные) фитогормоны локализованы в отдельных компартментах (отсеках) клетки. При внесении извне распределение гормонов будет иным. В этой связи экзогенное внесение не может полностью заменить гормоны, образовавшиеся при естественном метаболизме.

2. Классификация синтетических регуляторов роста. По механизму действия синтетические регуляторы роста растений можно разделить на пять групп:

1) препараты, связанные с метаболизмом ауксинов и реализацией их физиологической активности (аналоги ауксинов, ингибиторы транспорта ауксинов). Структурная и биохимическая общность природных и синтетических ауксинов заключается в том, что их молекулы состоят из системы ароматических колец, к которой через метиленовую или диме-

тиленовую группу присоединена полярная группа, представленная карбоксилом, амидной группой, нитрилом и гидроксилом;

2) вещества, связанные с метаболизмом и реализацией физиологической активности гиббереллинов (аналоги гиббереллинов, ингибиторы биосинтеза гиббереллинов);

3) препараты, связанные с обменом этилена;

4) цитокининподобные соединения;

5) активаторы и ингибиторы метаболизма (стимуляторы дыхания, фотосинтеза, ингибиторы синтеза каротиноидов, хлорофилла).

3. Аналоги и антогонисты ауксинов. Среди регуляторных соединений, влияющих на ауксины, наиболее широкое применение нашли синтетические аналоги этих фитогормонов, используемых для стимулирования корнеобразования: ИУК, ИМК (ин6долил-3-масляная кислота), 1-НУК (1-нафтилуксусная кислота), ее соли и амид.э эти соединения используются при вегетативном размножении растений методом черенкования в биотехнологическом процессе и классическом растениеводстве. Обработку проводят путем введения препарата в питательную среду в концентрациях от 14 до 10 мг/л путем кратковременного погружения базального конца черенка в спиртовой раствор препарата концентрацией около 200 мг/л. Также путем 12-24-часовым замачиванием черенков в водном растворе концентрацией 25-50 мг/л. Все эти соединения малотоксичны и экологически безопасны.

НУК и ее соли, а также 2-(2,4-дихлорфенокси) пропионовая кислота (2,4-ДП) и этиловый эфир 5-хлор-3-индазол-3-уксусной кислоты (этихлозат или фигарон) применяют против предуборочного опадения некоторых плодовых и субтропических культур. Эти же препараты на более ранних стадиях развития растений используют с противоположной целью – для стимулирования опадения избыточных цветков или завязей, что обеспечивает получение более качественной продукции и в ряде случаев сглаживает периодичность плодоношения.

2-Нафтоксиуксусная кислота (НОУК), ее соли и этиловый эфир (коммерческое название – уетин) применяют в качестве средств улучшения плодообразования у томатов, ананаса, винограда, земляники.

Среди аналогов ауксина особое место занимает группа фенилпроизводных соединений: 2,4-дихлорфенокисуксусная кислота (2,4-Д), 4-хлорфеноксиуксусная кислота (4-Х), 2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота (2,4,5-Т) и 2-(2,4,5-трихлорфенокис) проипионовая кислота (2,4,5-ТП). Все эти соединения обладают очень высокой ауксиновой активностью в ходе активации протонной помпы. Поэтому эти препараты обуславливают процессы тропизмов, растяжения клеток, деффиринцировки. В малых концентрациях (0,52-2,0 мг/л) указанные вещества применяют при получении каллусной ткани, а в больших – как гербициды. Действие гербицидов основано на необратимой разбалансировке гормональной системы растений. Токсичность аналогов ауксинов данной группы несколько выше, чем у представителей других групп. Но они представляют существенную экологическую опасность из-за мощного мутагенного воздействия.

Применяя регуляторы роста ауксиновго типа, можно получить партенокарпические плоды у томатов, огурцов, баклажанов, стручкового перца. Для этого в начале цветения цветки опрыскивают раствором 2,4-Д или 2,4,5-Т. В настоящее время чаще используют 2-НОУК и 4-Х (40-50 мг/л). Этот прием, заменяющее ручное опыление, получил наиболее широкое распространение при выращивании томатов в теплицах и на полях, особенно при неблагоприятных условиях.

2,4-Д (5-10 мг/л) и НУК (25 мг/л) нашли широкое применение на ананасовых плантациях для ускорения перехода растений от ювенального состояния к зацветанию и плодоношению. Формирование плодов происходит более дружно, что позволяет ввести механизированную уборку.

Известен ряд фиторегуляторов, которые являются антогонистами ауксинов. Действие их связано с блокировкой транспорта этих гормонов: морфактины, нафтиламиновая кис-

лота и ее соли, а также 2,3,5-трийодбензойная кислота (ТИБК). Действие ТИБК выражается в нарушении апикального доминирования, что выражается в увеличении пробудимости почек и на некоторых культурах, н-р сое, способное привести к значительному повышению урожая за счет увеличения числа продуктивности побегов.

4. Аналоги и антоггонисты цитокининов. Препараты, влияющие на уровень и активность цитокининов в растениях, в настоящее время меньше применяются и, соответственно, хуже изучены, чем фиторегуляторы ауксинового действия. Однако в последнее время интерес к цитокининовым препаратам резко возрос в связи с установлением их антистрессового эффекта. Этим свойством обладают близкие синтетические аналоги цитокининов ряда зеатина (кинетин, 6-бензилоаминопурин) и весьма отдаленные (картолины). В меньшей степени антистрессовым свойством обладает аналог цитокининового ряда дифенилмочевины – дропп (тидиазурон).

В биотехнологии растений аналоги цитокининов применяют для активации деления клеток при получении каллусных тканей, индукции дифференцирования побегов в каллусе, а также для снятия апикального доминирования и повышения коэффициента размножения при клональном микроразмножении . особенно часто с этими целями применяют 6_БАП и кинетин.

Аналоги цитокининов, вследствие их атрагирующей способности, применяют для снятия апикального доминирования у плодовых саженцев в питомнике с целью более ранней и какчественной закладки кроны. Также применяются для увеличения размера и массы ягоды бессемянных сортов винограда. Наилучшие результаты в этих случаях достигаются при использовании аналогов цитокинина совместно с синтетическими гиббереллинами.

Препарат дропп используется как дефолиант хлопчатника. Его действие основано на стимулировании образования эндогенного этилена, который и обуславливает данный эффект.

Аналоги цитокининов в малых объемах применяется и для задержки старения срезанных зеленых овощей, сдвига пола в женскую сторону, а также для прерывания состояния покоя и стимулирования прорастания семян.

Синтетические цитокинины могут быть использованы для снижения апикального доминирования и получения более кустистых форм растений, для торможения старения, повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям, для индукции цветения и сдвига выраженности пола в женскую сторону. Антогонисты цитокининов известны, но в практике пока не применяются и имеют лишь научную значимость.

5. Аналоги и антогонисты гиббереллинов. Аналоги гиббереллинов получают путем микробиологического синтеза из патогенного гриба – гиббереллы. Они представляют собой точные копии гиббереллинов, продуцируемых растениями. Наиболее распространены в промышленном применении гиббереллины $ГК_3$, $ГК_4$, $ГК_7$.

Основные объемы использования этих веществ связаны со стимулированием роста ягод бессемянных (кишмишных) сортов винограда. Отсутствие семян – ценное качество этих сортов. Однако у бессемянных сортов ягоды формируются сравнительно мелкими. Опрыскивание виноградной лозы раствором гибберелловой кислоты (30г/га) во время цветения или через 5-7 дней после его окончания способствует увеличению размера ягод в 1,5-2,5 раза. Обработка гиббереллинов нашло широкое применение и при выращивании цитрусовых. Опрыскивание апельсиновых деревьев, когда плоды еще зеленые, или погружение уже отделенных плодов в раствор гиббереллина задерживает их созревание и улучшает механические свойства кожицы.

Другим прогрессирующим аспектом применения гиббереллинов является снятие состояния покоя семян и клубней, что обеспечивает их лучшую всхожесть.

В биотехнологии растений гиббереллины применяют для получения безвирусного посадочного материала для стимуляции деления и растяжения клеток апикальной меристемы, что создает дополнительные благоприятные условия для освобождения от вирусной инфекции.

Антагонисты гиббереллинов применяют в сельскохозяйственном производстве шире аналогов. Практически все антагонисты гиббереллинов обладают ретардантным действием.

6. Аналоги и антагонисты этилена. Применение аналогов этилена в растениеводстве стало возможным вследствие открытия свойств 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (2-ХЭФК, этафон) распадаться с выделением этилена при pH>4,0. На основе 2-ХЭФК разработаны многие препараты, в частности: этрел, кампозан, флордимекс, гидрел и дигидрел, декстрел. 2-ХЭФК и препараты на ее основе практически не токсичны для теплокровных. Исключением являются гидрел и дигидрел, при синтезе которых используют несиммитричный диметилгидризин. Следовые количества этого вещества в данных препаратах обуславливает их большую токсичность и мутагенность.

Этилен продуценты применяют для самых различных воздействий: 1) как вещество, стимулирующее образование отделительного слоя; 2) как индуктор и стимулятор состояния покоя растений и устойчивости; 3) этиленпродуценты используются для ускорения созревания плодов; 4) повышения выхода латекса из каучуконосов; 5) как индуктор зацветания ананасов.

Плоды многих культур, н-р томатов, в средних или северных районах не успевают достичь полной зрелости из-за похолодания. С другой стороны многие плоды (груши, бананы, томаты) не выдерживают длительного хранения и транспортировке в зрелом состоянии, и поэтому их собирают незрелыми. С давних времен для этих целей использовали окуривание дымом. Действующим началом в продуктах неполного сгорания являются оксид углерода и этилен. В настоящее время закончившие, зеленые плоды помещают при температуре 20-22 C^0 в замкнутые камеры, в которые периодически подается этилениз расчета 0,2-1 л на 1 $м^3$ в зависимости от вида плодов. Помидоры при этом созревают не за 10-12 сут, как обычно, а за 5-6 суток, лимоны и апельсины достигают полной зрелости за 5-6 суток вместо 20-25 суток.

Недостатком этилена является его высокая летучесть. Создание эстрела и других ретардантов на его основе позволило разработать более эффективные приемы. Однако при работе с 2-ХЭФК следует иметь в виду ее высокую коррозионную активность, а также зависимость выделения этилена от температуры и гаметоцидное действие высоких концентраций этилена для некоторых зерновых культур. При высокой температуре выделение этилена выше, что может привести к таким нежелательным процессам, как сброс завязи и листьев, а на зерновых – к пустозерности. В связи с этим, обработку растений препаратами на основе 2-ХЭФК следует проводить в прохладное время суток.

Известны и другие этилен выделяющие соединения, используемые для облегчения механизированной уборки. В последнее время разработан ряд этилен продуцентов на основе кремний органики, наиболее перспективным из которых является ситрел. Он практически лишен недостатков, присущих для 2-ХЭФК и менее токсичен для теплокровных организмов.

Иногда необходимо снизить уровень эндогенного этилена в растении. В частности, это необходимо для предотвращения сброса завязи на ряде плодовых культур, а также при некоторых биотехнологических операциях. Для этого используют вещества, блокирующие биосинтез этилена, к ним относятся серебро, аминоуксусная кислота, ризобиотоксин и амино-этоксивинил глицин. Однако из-за высокой стоимости препараты не получили широкого распространения.

7. Аналоги и антогонисты абсцизовой кислоты. Структурные аналоги абсцизовой кислоты, обладающие физиологической активностью, не применяются в сельском хозяйстве из-за высокой стоимости. Однако уровень этого фитогормона можно повысить, активировав его образование в растении. В качестве индуктора и стимулятора образования абсцизовой кислоты выступает другой фитогормон – этилен и его продуценты.

Увеличение уровня абсцизовой кислоты представляет интерес в связи с индукцией этим фитогормоном синтеза стрессовых белков, ответственных за связывание воды. Кро-

ме этого этот гормон обладает антитранспирационным действием, а также способностью стимулировать состояние покоя, что обеспечивает сокращение потерь растениеводческой продукции при хранении.

Новые группы фитогормонов.

1. История открытия и химическая природа брассиностероидов
2. Физиологическое действие БС
3. Жасмоновая кислота и ее физиологическое действие
4. Салициловая кислота и ее физиологическое действие
5. Новейшие достижения в области изучения групп фитогормонов

История открытия и химическая природа БС. Долгое время считалось, что процессы роста и развития растений контролируются 5 группами фитогормонов. Однако многочисленные данные, накопленные к середине 60-х – началу 70-х гг, свидетельствовали о наличии в растениях веществ неустановленной химической природы, обладающих регуляторным действием. Предпринятые в то время попытки выделить и идентифицировать эти вещества оказались неудачными из-за крайне низкого содержания их в растениях. Так японскими учеными из экстракта свежих листьев *Distylium racemosum* были выделены и частично охарактеризованы активные компоненты, которые по ростостимулирующему действию превосходили ИУК. Этот компонент был назван дистиллиевым фактором.

Однако, низкая концентрация вещества в исследуемом материале (ниже 10^{-6} %) и недостаточное их количество, полученное в процессе очистки (менее 1 мг), не позволили провести идентификацию.

В 1970 г Мишель с сотр. Из пыльцы рапса и ольхи методом тонкослойной хроматографии экстракта была выделена маслообразная фракция. При нанесении ее на растение в количестве 10 мг она эффективно стимулировала рост фасоли. Но действие этой фракции отличалось от действия гиббереллина.

Тщательный хроматографический и спектральный анализ фракции показали, что она включает несколько компонентов. Авторы предположили, что обнаруженные вещества неустановленной химической природы составляют новую группу фитогормонов, которые назвали брассинами (от названия одного из источников). Позднее было показано, что вещества с подобной активностью содержатся также в других растениях.

Выделить один из гормонов в чистом виде удалось только в 1979 г: из 40 кг пыльцы рапса, собранной пчелами, было выделено 4 мг кристаллического вещества, названного брассинолидом. Вслед за открытием брассинолида из различных растительных источников был выделен ряд других представителей брассиностероидов, отличающихся друг от друга структурой и уровнем биологической активности

К настоящему времени известно более 60 БС: из каштана настоящего был выделен кастастерон, из рогоза – тифастерол, из чая – теастерон, из катарантуса – катастерон. Для большинства брассиностероидов характерен тот же набор заместителей в стероидном скелете и боковой цепи, что и для брассинолида. С химической точки брассиностероиды родственны гормонам линьки насекомых – экдистероидам. Т.обр., БС – единственные гормоны стероидной природы. Низкое содержание брассиностероидов в растениях обуславливает исключительную роль химического синтеза как основного источника этих фитогормонов для всестороннего изучения и практического использования. Первым брассиностероидом, полученным синтетическим путем, стал эпибрассинолид, абсолютно идентичный природному растительному гормону.

Процессы биосинтеза и транспорта брассиностероидов слабо изучены. Известно, что малые концентрации этих фитогормонов содержат ткани цветка, листья и молодые стебли растений. Максимальная концентрация брассиностероидов отмечена в пыльце, из которой они и были впервые выделены.

Физиологическое действие БС. Физиологическое действие БС близко к действию других гормонов. 1) Подобно ауксину, БС стимулируют растяжение клеток; 2) подобно гиббереллину – усиливают ростовые процессы целого растения; 3) подобно цитокинину –

стимулируют рост изолированных семядолей огурца; 4) ускоряют созревание плодов, что придает им сходство с этиленом. Т.обр., БС обладают способностью контролировать действие ауксинов, гиббереллинов, АБК и этилена.

5) Специфическое действие БС – регуляция роста семяпочки. Ничтожно малое количество БС, попадая с пыльцой в семяпочку, стимулирует ее развитие и образование семян.

6) БС стимулируют устойчивость растений к стрессам и грибным заболеваниям. Причина такого действия скорее всего связано с повышением образования стрессовых белков, а также фитоалексиенов и других компонентов системы фитоиммунитета.

Жасмоновая кислота и ее физиологическое действие. Сообщения о жасмоновой кислоте (ЖК) как о фитогормоне появились недавно. К жасмонатам относят жасминовую кислоту и ее эфиры, н-р, метилжасмонат. Жасмонаты синтезируются из линоленовой кислоты, и представляют собой циклопентаноны. Поэтому они являются аналогами протагландинов – гормонов млекопитающих, которые также синтезируются из жирных кислот.

Содержание жасмонатов в тканях растений отличаются на разных этапах развития, и являются ответом на стимулы внешней среды. Высокие уровни жасмонатов обнаружены в цветках и тканях перикарпа, а также в хлоропластах на свету. Уровни жасмонатов быстро возрастают в ответ на механические помехи, н-р , при закручивании усиков и при возникновении повреждения, при изменении тургорного давления в ходе водного дефицита, при взаимодействии корневых волосков с частицами почвы.

Роль жасмонатов в системе фитогормональной регуляции не вполне ясна, однако известно, сто это вещество обладает мощным ингибиторным действием: 1) ЖК и метилжасмонат ингибируют прорастание неспящих семян и вызывают прорастание спящих семян; 2) высокие уровни ЖК стимулируют накопление запасных белков и тем самым, оказывают влияние на формирование клубней; 3) экзогенное использование ЖК может вызывать хлороз и ингибировать гены, продукты которых участвуют в фотосинтезе.

4) Большое количество ЖК накапливается в цветках и плодах, однако значение этого факта не известно. Однако, накопление ЖК может быть связано с созреванием плодов и накоплением каратиноидов.

5)Наиболее важной функцией ЖК является ее участие в ответных реакциях при повреждении растений насекомыми и патогенами. Поврежденные ткани отличаются очень высокой концентрацией этого фитогормона, что резко повышает устойчивость растений к вредщителям. Повышение содержание жасмоната активирует экспрессию целого каскада генов, которые кодируют:

- белки, формирующие механические барьеры в клеточной стенке на пути инфекции;
- ферменты, участвующие в синтезе фитоалексинов;
- ингибиторы протеаз, обеспечивающие защиту растений от повреждений насекомыми;
- белки, обладающие фунгицидной активностью – тионы, осмотин и др.

Как и в случае ауксинов, система рецепции ЖК действует через убиквитин. Соединение жасмоната с остатком изолейцина приводит к деградации ДЖАЗ-белка, меченного убиквитином и освобождению др. факторов транскрипции.

Салициловая кислота и ее физиологическое действие. Первое сообщение о гормональном действии салициловой кислоты появилось в 1988 г., когда был установлен эффект повышения температуры пробивающего снег крокуса. Было выявлено, что этот процесс контролируется салициловой кислотой. Салициловая кислота синтезируется из бензойной кислоты. Эта реакция католизируется 2-гидроксилазой бензойной кислоты, которая использует кислород для гидроксилирования бензойной кислоты.

СК может образовывать метиловый эфир и (или) связываться с глюкозой под действием глюкозилтранферазы. Метилсалицилат является летучим соединением и легко превращается в тканях-мишениях в СК.

Физиологическое значение СК: 1) блокирует биосинтез этилена на уровне NO; 2) индуцирует зацветание короткодневного растения, находящегося в условиях короткого дня; 3)

СК активирует экспрессию генов (SAR-генов). Продуктами некоторых SAR-генов являются PR-белки, которые образуются в реакциях сверхчувствительности.

4) Салициловой кислоте принадлежит ключевая роль в формировании приобретенного иммунитета. Длительность приобретенного иммунитета – от нескольких недель до нескольких месяцев. Когда растение подвергается инфекции в одном месте, часто происходит формирование устойчивости к последующему нападению во всех тканях и органах организма. Это явление названо системной приобретенной устойчивостью или системным приобретенным иммунитетом.

Внешне формирование приобретенного иммунитета выглядит как реакция сверхчувствительности, только скорость ее гораздо выше. Основным условием для приобретения системного иммунитета является возникновение некроза. Приобретенный иммунитет выражается в повышении содержания таких защитных соединений, как фитоалексины, лигнин, хитиназа и др. гидролитических ферментов. Важным свойством системного иммунитета является его быстрота. При повторных заражениях некрозы появляются гораздо быстрее, чем при первичном. Еще одна особенность приобретенного иммунитета (в отличие от сверхчувствительной реакции) заключается в его неспецифичности, то есть у растений формируется устойчивость к повторному повреждению всеми группами патогенов и фитофагов. Т.е.процесс иммунизации растительных тканей неспецифичен в отношении патогенна.

Заражение растений патогеном индуцирует накопление СК как в инфицированных, так и в неинфицированных тканях. Обработка салициловой кислотой и ее аналогами активирует PR-гены и устойчивость растений без инокуляции патогенам. Не накапливающие салицилат мутантные растения не способны к приобретенному иммунитету.

Пептидные гормоны растений. В настоящее время выделены и охарактеризованы короткие пептиды, которые играют важную сигнальную роль у растений. Они синтезируются в клетках в виде более крупных белков-предшественников, а затем в результате протеолитических реакций происходит созревание коротких пептидов. Они выходят из клетки в апопласт и оказывают физиологическое действие на другие клетки.

Один из первых коротких пептидов с сигнальной функцией был выделен из томатов. Он отвечал за системный ответ на механическое повреждение и проникновение патогенов в растение: индуцировал синтез ингибиторов протеиназ и фитоалексинов. В результате иммунный ответ наблюдается не только в месте повреждения, но и все растение в целом становится устойчивым к инфекциям (системная устойчивость). Отвечающий за системную устойчивость короткий пептид, содержащий 18 аминокислот, был назван системином.

Контроль за синтезом системина осуществляет жасмоновая кислота. Системин сначала синтезируется в виде предшественникадлиной в 200 аминокислотных остатков. У томатов был также обнаружен рецептор, связывающийся с системином – белок размером 160 кДа. Системин оказался специфичным для томата и картофеля, но не вызывал системного ответа у табака. В дальнейшем из табака был выделен системин, не похожий на томатный.

Из суспензионной культутры аспарагуса был выделен еще более короткий пептид (всего 4-5 аминокислот), в состав которого входил сульфатированный тирозин. Добавление этого пептида вызывало увеличение скорости деления клеток *in vitro*, повышало митотический индекс. Этот пептид был назван **фитосульфаксином.** Он обнаруживается в местах активного деления клеток, способствуя органогенезу (образование листьев, боковых корней). По-видимому, фитосульфаксин достаточно универсальный короткий пептид – он вызывал деление клеток не только у аспарагуса, но и у риса и других неродственных растений.

Другие обнаруженные короткие пептиды регулируют достаточно специфичные функции в растениях. Так, пептид Clavata3, содержащий 78 аминокислот, синтезируется в верхних слоях центральной зоны меристемы. Он необходим для регуляции размера апи-

кальной меристемы побега у арабидопсиса. Этот пептид связывается с белком-рецептором Clavata1, причем рецептор сосредоточен в покоящемся центре меристемы.

Короткий пептид Clavata3 служит сигналом о количестве делящихся клеток в центральной зоне меристемы: высокая концентрация «говорит» покоящемуся центру о том, что делящихся клеток много, а низкая, что их мало. Покоящийся центр посылает обратно наверх сигнальные молекул, стимулирующие (ингибирующие) клеточные деления.

Интенсивное взаимодействие короткого пептида Clavata3 с Clavata1 означает, что число делящихся клеток чрезмерно велико. Тогда из покоящегося центра в центральную зону меристемы направляется сигнал, уменьшающий число делящихся клеток. Вместе с этим падает концентрация короткого пептида Clavata3, а это в свою очередь приводит к тому, что покоящийся центр стимулирует деление клеток в центральной зоне. При мутации в гене рецептора (Clavata1), так и в гене короткого пептида (Clavata3), меристема становится очень крупной (число клеток может оказаться в 1000 раз больше, чем у дикого типа). Это приводит к *фисциации* –стебель становится плоским, расположение листьев нарушается.

Короткий пептид SCR из 53-57 аминокислот выделяется прорастающим пыльцевым зерном у капусты. Для каждой линии капусты характерен свой особый вариант SCR-пептида. Рецепторы к SCR-пептиду находятся в тканях рыльца, и при узнавании развитие пыльцевой трубки останавливается. Таким образом капуста избегает самоопыления.

Олигосахариды. В настоящее время имеются многочисленные экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что некоторые олигосахариды обладают регуляторным действие на растение. Эти олигосахариды образуются при частичном гидролизе клеточных стенок растений, грибов и насекомых. Их действие проявляется в повышении устойчивости растений к вредным организмам за счет активации системы фитоиммунитета. Отмечено, что увеличение уровня олигосахаридов способствует усилению образованию этилена в растениях. Однако, до последнего времени остается открытым вопрос о том, оказывают ли олигосахариды действие непосредственно активируя собственную систему ответа, или же индуцируемые ими эффекты связаны с увеличением биосинтеза этилена.

Ингибитор цветения BEND. В конце 80-ых гг. 20 в. большой интерес ученых всего мира вызвало открытие ингибитора зацветания – BEND. Он представляет собой линейную молекулу липида с 18 углеродными атомами и несколькими ненасыщенными связями. Это вещество синтезируется у длиннодневных и короткодневных растений в условиях неиндукционного фотопериода и быстро метаболизируется при переносе растений в индуктивные условия. Имеющиеся экспериментальные данные позволяют утверждать, что BEND способен играть значительную роль в переходе растений к формированию репродуктивных органов.

Фузикокцины– стероидное вещество, ранее известное лишь как продуцент жизнедеятельности грибов. В настоящее время известно, что оно синтезируется у высших растений, регулирует ростовые процессы и является фитогормоном. Важнейшие эффекты фузикокцина:

1) стимуляция растяжения клеток; 2) усиление транспирации, 3) открывание устьиц в темноте; 4) выведение семян из состояние покоя, ускорение их прорастания.

ТЕМА 6. Инновации при выращивании полевых культур

6.1 Инновации при выращивании зерновых культур

1. Селекционно-генетические инновации: Новые сорта и гибриды с\х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Технико-технологические инновации: Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х льтур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов.

Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические инновации: Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Использование методов программирования урожайности. Новые формы организации и мотивации труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические инновации: Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

На рис. 1 представлены основные причины недобора урожая зерновых

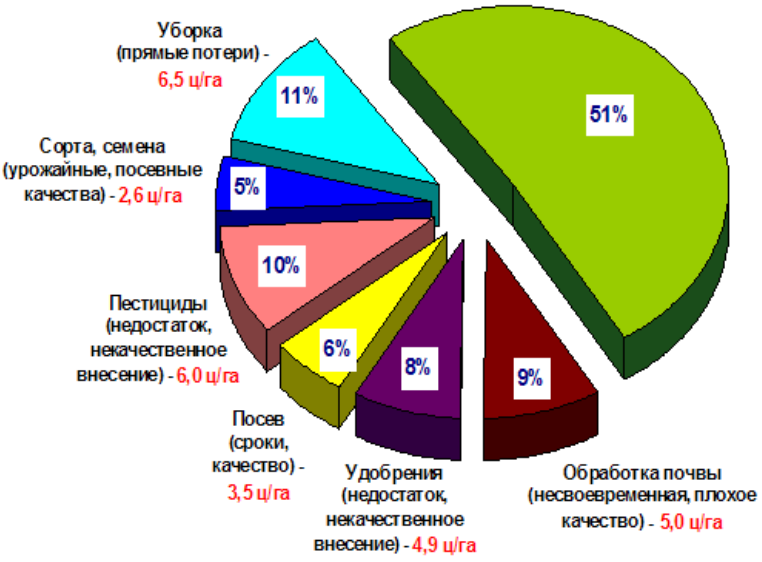


Рисунок 1. Основные причины недобора урожайности зерновых культур

Внедрение в производство новых сортов – самый дешевый путь повышения урожайности. Ниже представлена краткая характеристика новых сортов зерновых культур.

Ячмень озимый

БУСЛИК Среднеспелый сорт озимого ячменя кормового направления использования. Разновидность – pallidum. За годы испытания (2017-2020) в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» урожайность сорта Буслик (54,9 ц/га) оказалась выше средней по опыту на 4,3 ц/га (8,5%). Максимальная урожайность получена в предварительном межстанционном испытании в Польше в пункте Modzurow — 109,3 ц/га. Средняя зимостойкость 4,5 балла. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Средняя масса 1000 зерен у сорта Буслик – 43,0 г, натура зерна 535 г/л, плёнчатость 11,0%. Вегетационный период от 259 до 291 дня. Сорт относительно устойчив к основным листовым болезням. Содержание белка в зерне от 13,0 до 16,3%, выравненность — 82,4%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3 регионе.

Рожь озимая

БЕЛГИ. Озимая диплоидная рожь Белги – гибридный сорт (гибрид F1). Высота растений 1,20-1,23 м. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (8-9 баллов), зимостойкостью (85-95%). Масса 1000 зерен 35,7-37,9 г., натура зерна – 640-695 г/л, «число падения» – 245-270 с. Средняя урожайность за годы испытания в КСИ – 84,3 ц/га, превышение над контрольным гибридным сортом ЛоБел 103 – 3,5 ц/га. Максимальная урожайность – 101,0 ц/га (Горецкая СС, 2021 г.).Сорт Белги может возделываться для хлебопекарных и кормовых целей, а также в качестве монокорма для животных в зеленом конвейере. Рекомендуется возделывать в соответствии с отраслевым регламентом. Не допускается пересев гибридного сорта и использование зерна на семенные цели.

ЗАБАВА. Озимая диплоидная рожь с рецессивно-полигенным типом короткостебельности. Создан методом ступенчатой гибридизации с последующими индивидуально-семейным отбором на комплекс хозяйственно-полезных признаков. Высота растений 1,40-1,55 м. Озерненность на уровне 82,2 %, масса зерна со среднего колоса – 1,49-1,61 г, масса 1000 зерен 36,4-45,5 г, содержание белка 10,5-11,9 %, перезимовка – 80,2-85,7 %. За годы конкурсного сортоиспытания превысил стандарт Офелия на 5,8 ц/га. Устойчив к основным болезням. Сорт может возделываться для хлебопекарных, кормовых и технических целей. Особенности возделывания: пространственная изоляция не менее 400 м от других диплоидных сортов озимой ржи.

КАМЕЯ 16. Тетраплоидный сорт с доминантным типом короткостебельности, среднеспелый, вегетационный период 315-325 дней (на уровне контроля). Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный, устойчивость к полеганию выше стандарта на 0,5-1,0 балла. Высота растений 1,35-1,45 м. Озерненность на уровне 70,0%, масса зерна со среднего колоса – 1,87-2,12 г, масса 1000 зерен 49,7-51,4 г, содержание белка 10,8-11,9%, перезимовка – 87,5-95,5%. Средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании - 70,0 ц/га. Устойчив к основным болезням. Сорт может возделываться для хлебопекарных, кормовых и технических целей.

РОСАНА. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Тетраплоидный сорт продовольственного и кормового направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 53,8 ц/га, максимальная — 82,7 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Лепельская СС». Средняя масса 1000 зерен 44,7 г, натура зерна 652 г/л. Вегетационный период в среднем составил 291 день. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивость к полеганию — 3,8 балла. Сорт устойчив к мучнистой росе, слабовосприимчив к снежной плесени и спорынье, средневосприимчив к корневымгнилям. Содержание белка в зерне 11,7%, сбор белка с гектара 5,3 ц, число падения 227 сек, высота амилограммы 395 единиц амилографа.

Пшеница мягкая озимая

ВАРЯ. Сорт среднеспелый, продовольственного использования. Вегетационный период 278-306 дня в зависимости от региона возделывания. Устойчив к полеганию, высота растений 90-95 см. Средняя урожайность за 2019-2021 годы испытания в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» составила 69,6 ц/га, максимальная — 107 ц/га получена в 2020 году на Каменецком ГСУ. Сорт обладает высокой зимостойкостью, устойчив к основным видам заболеваний. Масса 1000 зерен 36,7-55,1 грамма. Содержание сырого белка 15,2–17,4%, клейковины 31,0–38,2%, стекловидность – 81%. Хорошие хлебопекарные качества, ИДК ус. ед. 88. Районирован с 2022 года, по Брестской, Витебской, Гомельской и Могилевской областям.

ГИРЛЯНДА. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Среднепоздний, короткостебельный, устойчивый к полеганию сорт. Максимальная урожайность — 108,0 ц/га, средняя — 74,1 ц/га.

ЭТЮД. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Среднепоздний сорт. Короткостебельный, устойчивый к полеганию и прорастанию. Максимальная урожайность — 102,0 ц/га, средняя — 73,6 ц/га.

ВЕЛЕНА (2021 г.). Сорт среднеспелый, вегетационный период 290-292 дня. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов), высота растений 80 см. Средняя за 3 года урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании составила 84,1 ц/га, что на 4,3 ц/га выше контроля Элегия. Характеризуется высокой зимостойкостью, устойчив к основным видам грибных заболеваний. Сорт продовольственного использования. Крупнозерный, масса 1000 зерен 44,5 г. Содержание сырого протеина - 13,6%, клейковины - 25,3%, стекловидность 63%. Хорошие хлебопекарные качества. Максимальная урожайность составила 110,0 ц/га (Каменецкий ГСУ, 2020 г.). Включен в Госреестр Беларуси на 2021 г. по Минской, Брестской и Гродненской областям.

АМЕЛИЯ (2018 г.). Выделяется высокой адаптивностью, хорошей перезимовкой (зимостойкость более 94%), толерантностью к болезням. Устойчив к листовым болезням – на инфекционном фоне обладает комплексной толерантностью к мучнистой росе, бурой ржавчине, септориозу листьев и фузариозу колоса. Относится к среднеспелой группе спелости, высота растений 100 см. Содержание белка - 12,6%, содержание клейковины в зависимости от года варьирует в интервале 24,8-29,1%. Масса 1000 зерен 42,2–54,2 г. Максимальная продуктивность в ГСИ в 2017 г. составила 112,0 ц/га.

Тритикале озимое

СЛАВКО. Сорт среднеспелый, вегетационный период 305-307 дней. Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный, высоко облиственный 47-49% (выше, чем у контроля на 2,5-4,0%). Устойчивость к полеганию выше контрольного сорта Динамо. Сорт зернофуражного и зеленоукосного направления использования. Средняя урожайность зерна за годы испытания составила 64,2 ц/га. Максимальная урожайность 103,0 ц/га получена в 2021 году на ГСХУ «Горецкая СС». Масса 1000 зерен 45,1 г, натура — 740 г/л. Содержание сырого протеина в зерне 8,7-9,1%, крахмала — 76%. Урожайность зеленой массы в конкурсном испытании в среднем за 3 года превысила урожайность контрольного сорта Динамо в фазу трубкования на 46,1%, в фазу флагового листа — на 25,6.

ЗВЕНО. Сорт раннеспелый, вегетационный период 300-302 дней. Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный. Устойчивость к полеганию на уровне контрольного сорта Динамо. Средняя урожайность за годы испытания составила 62,8 ц/га. Максимальная урожайность 90,4 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 46,4 г, натура — 740 г/л, Содержание сырого протеина в зерне 10,5-11,9%, крахмала — 73,3%.

МЕДЕО. Сорт зернофуражного направления. Среднестебельный, выровненный с продуктивным колосом. Средняя урожайность зерна за 2020-2022 гг. испытания составила 64,9 ц/га, максимальная – 97,4 ц/га получена в 2021 году на Горецкой СС. Средняя масса 1000 зерен 40,2 г, натура зерна 566-730 г/л. Вегетационный период в среднем составил 286 дней. Зимостойкость оценивается в 4,5 балла, устойчивость к полеганию – 4,7 балла. Содержание белка в зерне 11-12 %, крахмала 67,2 %, число падения 171 сек.

АТЛЕТ 17. Сорт среднеспелый, вегетационный период 310-312 дней. Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный. Устойчивость к полеганию выше контрольного сорта (Динамо). В конкурсном испытании на интенсивной технологии возделывания в среднем за 3 года урожайность сорта Атлет 17 превысила сорт Динамо на 6,4 ц/га. Максимальная урожайность 94,7 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт Атлет 17 менее восприимчив к поражению снежной плесенью и мучнистой росой. Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 44,8 г, натура - 670 г/л, Содержание сырого протеина в зерне 10,0-12,0%, крахмала - 67,7%.

ГРОДНО. Сорт среднеспелый, вегетационный период 312-315 дней. Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный. Устойчивость к полеганию выше контрольного сорта (Динамо). В конкурсном испытании на интенсивной технологии возделывания в среднем за 3 года урожайность сорта Гродно превысила сорт Динамо на 7,3 ц/га. Максимальная урожайность 97,8 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт Гродно менее восприимчив к поражению снежной плесенью и септориозу колоса. Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 43,8 г, натура - 680 г/л, Содержание сырого протеина в зерне 9,7-11,0%, крахмала - 69,3%.

БЕРЕЗИНО. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 61,5 ц/га, максимальная — 93,1 ц/га получена в 2016 году на ГСХУ «Несвижская СС» и в 2017 году на Щучинском ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 41,4 г, натура зерна 689 г/л. Вегетационный период в среднем составил 289 дней. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивость к полеганию — 4,5 балла, к засухе — 3,6 балла. Содержание белка в зерне 11,7%, крахмала 67,1%, сбор белка с гектара 5,8 ц, сбор крахмала 36,6 ц, число падения 107 сек.

ЗАРЕЧЬЕ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 64,5 ц/га, максимальная –106ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Горецкая СС». Средняя масса 1000 зерен 39,2 г, натура зерна 677 г/л. Вегетационный период в среднем составил 289 дней. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивость к полеганию — 4,7 балла, к засухе — 3,7 балла. Содержание белка в зерне 11,8%, крахмала 65,9%, сбор белка с гектара 6,4 ц, сбор крахмала 38,8 ц, число падения 94 сек.

КОВЧЕГ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2015-2017 годы испытания составила 69,5 ц/га, максимальная — 104 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Горецкая СС». Средняя масса 1000 зерен составляет 43,9 г, натура зерна 659 г/л. Вегетационный период в среднем составляет 291 день. Зимостойкость оценивается в 4,7 балла, устойчивость к полеганию — 4,9 балла. Содержание белка в зерне 11,5%, крахмала 65,2%, сбор белка с гектара 7,0 ц, сбор крахмала 40,9 ц, число падения 89 сек.

УСТЬЕ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Сортзернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 66,2 ц/га, максимальная – 106 ц/ га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 43,7 г, натура зерна 685 г/л. Вегетационный период в среднемсоставил 289 дней. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивостъ к полеганию — 4,6 балла, к засухе — 3,6 балла. Содержание белка в зерне 11,8%, крахмала 66,2%, сбор белка с гектара 6,5 ц, сбор крахмала 39,5 ц, число падения 100 сек.

Пшеница мягкая яровая

ЗНАМЯ. Сорт среднеспелый. Вегетационный период 85-87 дней. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов). Высота растений средняя (85 см). Средняя урожайность за годы испытания составила 51,3 ц/га. Максимальная урожайность 79,4 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Слабо восприимчив к мучнистой росе и фузариозу колоса. Сорт продовольственного использования. Содержание сырого протеина в зерне – 13%, сырой клейковины – 29,2%, общая оценка хлеба 4,1 балла, что находится на уровне ценного по качеству контроля – сорта Любава.

МОНЕТА. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Среднеранний, крупнозерный, продовольственного использования. Устойчив к мучнистой росе. Максимальная урожайность – 105 ц/га, получена в 2014 году на Каменецком ГСУ.

МАДОННА. Включен в Госреестр с 2018 года по Республике Беларусь.Сорт среднеспелый, вегетационный период 92-93 дня. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов),

высота растений 85-86 см. Средняя за 3 года урожайность зерна в ГСИ составила 51,3 ц/га. Максимальная урожайность – 92,9 ц/га, получена в 2015 году на Молодечненской СС.Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Крупнозерный, масса 1000 зерен 41,1 г, натура — 750 г/л. Содержание сырого протеина — 14,1%, клейковины — 31,5%, объем хлеба из 100 г муки — 730 мл. Стекловидность 63%.

НАГРАДА. Включен в Госреестр с 2018 года по Республике Беларусь.Сорт среднеспелый, вегетационный период 88-92 дня. Устойчивый к полеганию, высота растений на уровне 80 см, что на 12-15 см короче контрольного сорта Рассвет. Средняя за 3 года урожайность зерна в ГСИ составила 53,4 ц/га. Максимальная урожайность – 104,0 ц/га, получена в 2014 году на Каменецком ГСУ. Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Крупнозерный, масса 1000 зерен 44,1 г, натура — 760 г/л. Содержание сырого протеина — 13,1%, клейковины — 30,1%, объем хлеба из 100 г муки — 740 мл.

ЛАДЬЯ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Среднеспелый сорт. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 45,1 ц/га, максимальная — 81,1 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Вегетационный период составил в среднем 87 дней. Средняя масса 1000 зерен 38,0 г, натура 746 г/л. Устойчивость к полеганию высокая и оценивается в 4,9 балла. Сорт устойчив к мучнистой росе, слабовосприимчив к фузариозу колоса, средневосприимчив к септориозу и корневымгнилям. Содержание белка в зерне 15,9%, стекловидность 82%, клейковины 29,6%, ИДК 67 усл. ед. (I группа качества). Выход муки составил 71%. Показатель белизны 56,7 усл. ед. Объем хлеба из 100 г муки 679 мл. Хлебопекарные качества отличные, общая хлебопекарная оценка 4,0 балла.

ЭВРИКА. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Среднеспелый сорт. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 48,1 ц/га, максимальная — 82,5 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Вегетационный период составил в среднем 87 дней. Средняя масса 1000 зерен 42,0 г, натура 751 г/л. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,9 балла. Сорт высокоустойчив к мучнистой росе, слабовосприимчив к септориозу и фузариозу колоса, средневосприимчив к корневымгнилям. Содержание белка в зерне 14,7%, стекловидность 87%, клейковины 26,8 %, ИДК 67 усл. ед. (I группа качества). Выход муки составил 71%. Показатель белизны 54,7 усл. ед. Объем хлеба из 100 г муки 668 мл. Хлебопекарные качества отличные, общая хлебопекарная оценка 4,1 балла.

ВЕНА. Сорт среднеспелый, вегетационный период 90-93 дня. Устойчивость к полеганию высокая. Средняя урожайность за годы испытания составила 49,6 ц/га. Максимальная урожайность 76,5 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Масса 1000 зерен 40,8 г, натура — 785 г/л. Содержание сырого протеина в зерне 13,6%, клейковины 29,4%. Стекловидность 71%. Объем хлеба из 100 г муки 760 мл, общая оценка хлеба 4,0 балла.

ВЕСТОЧКА 17. Сорт среднеспелый, вегетационный период 92-93 дня. Устойчивость к полеганию высокая. Средняя урожайность за годы испытания составила 49,2 ц/га. Максимальная урожайность 76,2 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Масса 1000 зерен 36,9 г, натура — 750 г/л, Содержание сырого протеина в зерне 14,3-14,5%, клейковины 32,0-33,0%. Среднее за число падения 429 с, что выше стандарта на 87 с. Показатель альвеографа 226 ед., объем хлеба из 100 г муки 800 мл. Стекловидность 71%.

Ячмень яровой

БИЗНЕС. Среднеспелый сорт ярового ячменя кормового направления использования. Вегетационный период от 71 до 87 дней. За годы испытания (2020-2022) в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» превысил по урожайности контроль Добры на 4,4 ц/га (8,3 %), в том числе в испытаниях на торфяно-болотной почве на 6,4 ц/га (25,5 %). Максимальная урожайность 91,3 ц/га. Устойчивостью к полеганию на уровне контроля. Средняя масса 1000 зерен 44,1 г, натура зерна 643 г/л. пленчатость – 9,5 %, выравненность – 82,1 %. Средний выход крупы 60,0 % с кулинарной оценкой 5,0 баллов. Среднее содержание белка в зерне 13,5 %, крахмала 57,8 %.

ВЕНЕД. Среднеспелый сорт ярового ячменя пивоваренного направления использования. Включен в Государственный реестр по результатам двухлетних (2021-2022) испытаний. За годы испытания в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» во всех пунктах испытания превысил по урожайности контроли Аванс и Увертюра в среднем на 4,0 ц/га (7,9 %). Максимальная урожайность 78,1 ц/га. Вегетационный период от 70 до 88 дней. Устойчивостью к полеганию на уровне контроля. Средняя масса 1000 зерен 43,2 г, натура зерна 627 г/л. Среднее содержание белка в зерне 11,8 %, крахмала 60,3 %, экстрактивность 79,7 %, фриабильность – 75,4 %.

МАЖОР. Среднеспелый сорт ярового ячменя кормового направления использования. Вегетационный период от 74 до 85 дней. За годы испытания (2019-2021) в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» превысил по урожайности контроль Добры на 4,7 ц/га (9,1%). При этом в Государственном испытании, по средней и максимальной урожайности зерна (56,4 и 96,2 ц/га) сорт Мажор превзошел иностранный сорт Айрвэй на 3,1 и 8,0%, соответственно. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Иммунность к мучнистой росе обусловлена высокоэффективной аллелью гена mlo11. Средняя масса 1000 зерен 47,6 г, натура зерна 641 г/л, плёнчатость — 9,0%, выравненность — 83,9%. Среднее содержание белка в зерне 14,0%, что ниже, чем у контроля, однако, по сбору белка и крахмала (ц/га) сорт Мажор превосходит Добры.

АВАНС. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Яровой пивоваренный сорт. Отличные пивоваренные качества. Относительно устойчив к полеганию и листовым болезням. Максимальная урожайность — 95,3 ц/га. Содержание белкав зерне – 11,3%, экстрактивность – 81,3%.

КОРНЕТ. Среднеспелый сорт, кормового направления использования. За годы испытания (2018-2020) в ГСИ превысил по урожайности средний контроль (сорта Магутны и Добры) на 6,5 ц/га (13,1%). Средняя масса 1000 зерен 50,8 г, натура зерна 640 г/л, плёнчатость - 7,6%. Вегетационный период от 74 до 90 дней. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Иммунность к мучнистой росе обусловлена высокоэффективной аллелью гена mlo11. Среднее содержание белка в зерне 13,44%, что ниже, чем у контролей Добры и Магутны. По сбору белка и крахмала (ц/га) сорт Корнет превосходит контроли, соответственно, на 0,4 и 8,8 ц/га. Выравненность - 86,9%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3-7 регионах.

ДЕВА. Среднеспелый сорт ярового голозерного ячменя кормового и продовольственного направления использования. За годы испытания (2018-2020) в ГСИ превысил по урожайности контроль Адамант на 3,8 ц/га (8,9%). Средняя урожайность 46,9 ц/га, максимальная - 74,4 ц/га. В среднем по 14 пунктам испытания сорт Дева оказался по абсолютной урожайности ниже плёнчатого сорта контроля Добры на 2,7 ц/га (5,85%). При этом вес цветковой чешуи у сорта Добры составляет 4,7 ц/га (9,0%). Средняя масса 1000 – 50,4 г, натура зерна 706 г/л. Вегетационный период от 73 до 90 дней. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Содержание белка в зерне от 12,6 до 17,8%, что выше, чем у плёнчатых сортов. Выравненность - 86,8%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3-7 регионах.

КОЛДУН (2021 г.). Среднеспелый сорт, пивоваренного направления использования. За годы испытания (2018-2020) в ГСИ превысил по урожайности средний контроль на 7,2 ц/га (15,5%). По средней и максимальной урожайности зерна (53,8 и 95,6 ц/га) сорт Кол-

дун оказался выше иностранных сортов КВС Бекки, СВ 16-8001 и Фандага. Средняя масса 1000 зерен 50,1 г, натура зерна 633 г/л, плёнчатость -7,5%. Вегетационный период от 74 до 89 дней, что на 1-2 дня короче, чем у контроля Аванс. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Иммунность к мучнистой росе обусловлена высокоэффективной аллелью гена mlo11. Пивоваренные характеристики солода отличные. Среднее содержание белка в зерне 11,74%, экстрактивность солода 82,7%, фриабильность 67,6%. Крупность зерна 94,7%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3-7 регионах.

АДАМАНТ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Среднепоздний голозерный сорт кормового и продовольственного направления. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 39,0 ц/га, максимальная - 74,3 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 43,3 г, натура зерна 679 г/л. Вегетационный период в среднем составил 84 дня. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,9 балла, к засухе — 3,4 балла. Сорт устойчив к стеблевой ржавчине, мучнистой росе и ринхоспориозу, слабовосприимчив к пыльной головне, средневосприимчив к корневымгнилям. Содержание белка в зерне 15,0%, крахмала 61,3%, сбор белка с гектара 5,0 ц, крахмала 20,9 ц. Обладает хорошими крупяными свойствами: показатель выравненности полученной крупы 81,0%, выход перловой крупы 61,1%, органолептическая оценка каши 4,3 балла.

КУФАЛЬ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Среднеспелый сорт пивоваренного направления. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 46,7 ц/га, максимальная — 82,4 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Несвижская СС». Средняя масса 1000 зерен 50,5 г, натура зерна 648 г/л. Вегетационный период в среднем составил 81 день. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,8 балла, к засухе — 3,8 балла. Сорт устойчив к стеблевой ржавчине, мучнистой росе и ринхоспориозу, практически устойчив к пыльной головне, средневосприимчив к гельминтоспориозу и корневымгнилям. Содержание белка в зерне 12,0%, крупность зерна 95%. Экстрактивность солода 80,0%, фриабильность 68%. Пивоваренные характеристики солода хорошие. Включен в Перечень сортов ячменя пивоваренного по Республике Беларусь на 2019 год. Обладает отличными крупяными свойствами: показатель выравненности полученной крупы 96,3%,выход перловой крупы 49,6%, органолептическая оценка каши 4,8 балла. Включен в Перечень сортов зерновых, крупяных и зернобобовых растений, имеющих наиболее ценные показатели качества по Республике Беларусь на 2019 год.

РЕЙДЕР. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Среднеспелый сорт кормового и продовольственного направления. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 48,8 ц/га, максимальная — 90,8 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 49,5 г, натура зерна 652 г/л. Вегетационный период в среднем составил 83 дня. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,8 балла, к засухе — 3,7 балла. Сорт устойчив к стеблевой ржавчине, мучнистой росе, ринхоспориозу, практически устойчив к пыльной головне, средневосприимчив к корневым гнилям. Содержание белка в зерне 13,9%, крахмала 58,7%, сбор белка с гектара 5,7 ц, крахмала 25,0 ц. Обладает хорошими крупяными свойствами: показатель выравненности полученной крупы 91,7%, выход перловой крУПЫ 56,2%, органолептическая оценка каши 4,4 балла.

Овес яровой

ЗЕНИТ. Среднеспелый сорт продовольственного и фуражного направления. За 2021-2022 годы государственного испытания средняя урожайность составила 57,7 ц/га. Максимальная урожайность 85,1 ц/га, получена в 2022 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 37,6 г, натура зерна – 467 г/л, пленчатость 24,3%. Содержание белка в зерне 13,3 %. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,3 балла.

ЛЮКС. (РЕВЕРАНС)Среднеспелый сорт. Средняя урожайность за 2019-2021 годы испытания составила 56,0 ц/га, максимальная – 85,4 ц/га получена в 2020 году на Турской ГСС. Вегетационный период в среднем по республике 85 дней. Масса 1000 зерен составила в среднем 36,8 г, натура 469 г/л, устойчивость к полеганию оценивается в 4,6 балла. Содержание белка в зерне 13,19%, масличность 4,54%. Сбор с гектара белка 6,6 ц, масла 2,3 ц.

КВАНТ. Среднеранний сорт. Средняя урожайность за 2020-2021 годы испытания составила 58,3 ц/га, максимальная – 77,9 ц/га получена в 2020 году на Турской ГСС. Вегетационный период составил 81 день. Масса 1000 зерен 37,3 г, натура 479 г/л, устойчивость к полеганию оценивается в 4,4 балла. Содержание белка в зерне 12,90%, масличность 4,32%. Сбор с гектара белка 6,7 ц, масла 2,3 ц.

МИРТ. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Сорт среднеспелый, устойчив к полеганию. Максимальная урожайность – 95,2 ц/га.

ШАНС. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Среднеспелый сорт. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 48,0 ц/га, максимальная — 76,6 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 36,8 г, натура зерна 470 г/л, пленчатость 25,4%. Вегетационный период составил в среднем 87 дней. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,9 балла, к засухе — 3,7 балла. Содержание белка в зерне 13,7%, масличность 5,0%. Сорт не рекомендуется возделывать на торфяно-болотных почвах.

Тритикале яровое

ДЕЛО. Сорт среднеспелый. Вегетационный период 90 дней (созревает на 3 дня раньше контрольного сорта Узор). Средняя урожайность за годы испытания составила 54,4 ц/га. Максимальная урожайность 83,6 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 44,5 г, натура — 730 г/л, Содержание сырого протеина в зерне 14,0-14,5%, крахмала — 69-71%.

НОВОЕ. Сорт среднеспелый. Вегетационный период 90-95 дней (на уровне контрольного сорта). Средняя урожайность за годы испытания составила 55,4 ц/га. Максимальная урожайность 87,9 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 44,8 г, натура - 710 г/л. Содержание сырого протеина в зерне 12,8-14,7%, крахмала - 67,7%.

ГЕЛИО. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 48,7 ц/га, максимальная — 67,1 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Горецкая СС». Средняя масса 1000 зерен 41,9 г, натура зерна 684 г/л. Вегетационный период Е среднем составляет 88 дней. Устойчивость к полеганию оценивается В4,9 балла, к засухе — 4,1 балла. Содержание белка в зерне 13,4%, крахмала 64,4%, сбор белка с гектара 5,4 ц, сбор крахмала 25,9 ц, число падения 129 сек.

Просо обыкновенное

ДУБЛОН. Год включения в государственный реестр сортов: 2019.Среднеспелый сорт, предназначен для выращивания на зерно и зеленую массу. За 2016-2018 годы испытания средняя урожайность зерна составила 42,3 ц/га, максимальная урожайность 65,9 ц/га получена на Каменецком ГСУ в 2018 году. Масса 1000 семян 8,9 г. Сорт устойчив к осыпанию семян и полеганию. Выравненность зерна 94,3%, пленчатость 16,6%, выход пшена 69,8%, содержание белка в крупе 14,18%, вкус каши 4,6 балла.

Гречиха тетраплоидная

ДЕЛИВА. Тетраплоидный среднеспелый сорт детерминантного морфотипа. Средняя урожайность за годы испытания в ГСИ составила 18,9 ц/га, что на 2,6 ц/га (16,0%) выше контроля Александрина. По сравнению с индетерминантным контролем имеет в среднем меньшую высоту растений (95,4 см), более короткий вегетационный период (79-101 суток) за счет дружности цветения и плодообразования, отличается улучшенными технологическими качествами зерна: более высокой выравненностью (98,2-100,0 %) и крупностью (33,3-41,7 г). Сорт имеет устойчивость к полеганию и осыпанию в среднем 4,2 балла, пленчатость – 24,2-28,5 балла. Общий выход крупы составляет 63,9-70,7 %, крупность ядра – 61,1-69,1 %, кулинарная оценка – 5,0 баллов. Максимальная урожайность в ГСИ – 35,2 ц/га (Жировичская СС, 2022 г.).

МЕНКА. Диплоидный сорт детерминантного морфотипа, среднеспелый, высокопродуктивный: урожайность зерна в ГСИ РБ составила в среднем 21,6 ц/га, максимальная – 47,9 ц/га. Вегетационный период в среднем 88 суток. Технологические и крупяные качества хорошие. Зерно крупное (масса 1000 зерен в среднем 31,6 г), выравненность зерна – 96,0%, пленчатость – 25,6%, выход крупы – 67,8%, крупность ядра – 62,8%. Вкус каши – 4,9 балла. Содержание белка в крупе – 16,2%. Включен в Государственный реестр с 2022 г. для использования по всем областям Республики Беларусь.

ОМЕГА. Тетраплоидный сорт детерминантного морфотипа. Среднеспелый, вегетационный период 89 суток. Урожайность зерна в ГСИ РБ составила в среднем 22,3 ц/га, максимальная – 43,2 ц/га. Технологические и крупяные качества хорошие. Зерно крупное (масса 1000 зерен в среднем 38,4 г), выравненность зерна – 99,3%, пленчатость – 27,6%, выход крупы – 67,9%, крупность ядра – 64,8%. Вкус каши – 5,0 баллов. Содержание белка в крупе – 16,9%. Включен в Государственный реестр с 2022 г. для использования по всем областям Республики Беларусь.

Организация землепользования и севооборотов

С целью рационального использования почвенного покрова все разнообразие почв объединяется в 30 агропроизводственных почвенных групп, которые в свою очередь объединены в 10 укрупненных групп, для которых подобран специальный набор сельскохозяйственных культур (табл. 4).

Таблица 4 – **Агропроизводственная группировка пахотных почв Республики Беларусь и рекомендуемый набор зерновых культур**

Агрогруппа	Баллы бонитета	Рекомендуемый набор культур
Дерново-карбонатные почвы, развивающиеся на суглинистых и супесчаных породах	78	Пшеница, ячмень, горох, вика, кукуруза.
Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые	58	Пшеница, ячмень, горох, вика, пелюшка
Дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые мощные и подстилаемые мореной или песком с глубины около 1 м	71	Пшеница, ячмень, горох, вика, пелюшка
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной около 0,5 м	63	Озимая рожь, пшеница, горох, кукуруза,
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной с глубины около 1 м; около 0,5 м; суглинистые, подстилаемые песками с глубины до 0,5 м	54	Озимая рожь, овес, ячмень, пелюшка, люпин, гречиха, кукуруза
Дерново-подзолистые оглеенные внизу и временно избыточно увлажненные на мощных песках и супесчаные, подстилаемые песками	39	Озимая рожь, овес, люпин, кукуруза
Дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на глинах и суглинках; супесчаные, подстилаемые с глубины 0,5 м мореной	65	Ячмень, яровая пшеница, горох, вика, пелюшка, озимые (ограничено)

Дерново-подзолистые глееватые и глеевые на всех породах	38	однолетние бобово-злаковые смеси
Дерново-глеевые и торфяно-болотные с мощностью торфа менее 1 м	53	однолетние культуры при перезалужении
Торфяно-болотные с мощностью торфа более 1 м	73	озимая рожь, ячмень

В табл.5 представлены хорошие, возможные и недопустимые предшественники для зерновых культур.

Таблица 5 – **Классификация предшественников под зерновые культуры**

Культура (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
1	2	3	4
Озимая рожь (1–2)	Люпин кормовой, викоовсяная, горохоовсяная и бобово-крестоцветные смеси обычных и поукосных посевов после озимой ржи на зеленую массу, подсевная сераделла под озимую рожь на з/м, клевер 1 г. п., клеверо-злаковая смесь 2 г. п., люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Многолетние злаковые травы, лен, ячмень и овес по бобовым и пропашным, гречиха, кукуруза на зеленый корм	Озимая рожь, озимая и яровая пшеница
Озимая пшеница, озим. тритикале (2–3)	Люпин кормовой, викоовсяная, горохоовсяная и бобово-крестоцветные смеси обычных и поукосных посевов после озимой ржи на зеленую массу, подсевная сераделла под озимую рожь на з/м, клевер, люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Кукуруза на зеленый корм, овес по бобовым и пропашным, гречиха	Пшеница, тритикале, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Яровой ячмень (1–3)	Картофель, кукуруза, кормовая и сахарная свекла, клевер, люцерна, зернобобовые, бобово-злаковые смеси на корм, крестоцветные	Лен, овес, гречиха, озимая рожь + пожнивные на зеленое удобрение	Ячмень, пшеница, озимая рожь, многолетние злаковые травы
Яровая пшеница (2–3)	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, люцерна, крестоцветные	Гречиха, овес, лен	Пшеница, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Овес (1–2)	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, клеверозлаковые смеси, люцерна, озимая рожь	Многолетние злаковые травы, лен, гречиха, озимая и яровая пшеница, ячмень	Овес
Гречиха (1–3)	Пропашные, зернобобовые, бобовые на корм, озимые зерновые, крестоцветные	Ячмень, яровая пшеница, лен, озимая рожь на зеленый корм в промежуточных посевах	Гречиха
Горох (3–4)	Пропашные, озимые зерновые, ячмень, яровая пшеница, гречиха	Лен	Однолетние и многолетние бобовые, овес (опасность поражения нематодой)
Вика на зерно (3–4)	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Многолетние злаковые травы, лен	Однолетние и многолетние бобовые, рапс
Люпин на зерно (3–5)	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Многолетние злаковые травы, гречиха, лен	Однолетние и многолетние бобовые, рапс
Лен (3–4)	Озимые и яровые зерновые по пласту клевера, клевер, клевер+злаки 2 г. п., зернобобовые, картофель, кукуруза, гречиха	Овес, яровая пшеница, ячмень, многолетние злаковые травы	Лен
Рапс озимый (3–4)	Однолетние бобово-злаковые травы на зеленый корм, ранний картофель	Ячмень, озимая рожь, пшеница, тритикале более ран-	Рапс, другие крестоцветные, горох,

		них сортов	клевер, подсолнечник
Рапс яровой (3–4)	Яровые зерновые культуры	Озимые зерновые	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, лен, сах. свекла
Картофель (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, клевер, однолетние бобово-злаковые культуры на корм, кормовые корнеплоды, крестоцветные	Яровые зерновые, гречиха, лен, кукуруза, сахарная свекла, люцерна	Картофель, многолетние злаковые травы
Сахарная свекла (3–4)	Картофель, кукуруза, зернобобовые, озимые зерновые	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Сахарная и кормовая свекла, многолетние злаковые травы
Кормовая свекла (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, картофель, бобовые и бобово-злаковые смеси на корм	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Кормовая и сахарная свекла, многолетние злаковые травы
Кукуруза (0–1)	Картофель, корнеплоды, кукуруза (повторный посев), клевер, люцерна, однолетние бобовые, озимые зерновые	Яровые зерновые, лен, гречиха, озимые на з/корм в данном году, как промежуточные культуры	Многолетние злаковые травы

Роль предшественников в формировании урожайности зерновых культур также представлена на рис.2

Влияние предшественников на урожайность озимых зерновых культур

Предшественник	Урожайность ц/га	%	Предшественник	Урожайность ц/га	%
Озимое тритикале			Озимая пшеница		
Люпин на з/массу	62,7	100	Клевер	54,4	100
Клевер	62,5	100	Люпин кормовой на з/массу	54,2	100
Горох	58,3	93	Однолетние бобово-злаковые травы	52,0	96
Клевер + тимофеевка 2 г.п.	54,0	86,1	Горох на зерно	52,6	97
Овес	54,4	86,8	Овес	50,1	92
Озимая рожь	46,7	74,5	Многолетние злаковые травы	42,3	78
Ячмень	46,5	74,2	Озимая рожь	35,7	64
Озимая рожь	46,3	73,8	Ячмень	33,6	62
Озимое тритикале бессменно	35,6	56,8	Озимая пшеница	33,1	61
			Озимая пшеница бессменно	14,2	26

Рисунок 2. Влияние предшественников на урожайность

Обработка почвы. Современная техническая база сельхозорганизаций уже сейчас позволяет внедрять энергоресурсосберегающие элементы в обработке почвы и посеве за счет:

- применения оборотных плугов, почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами,
- комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающее-высевающих агрегатов,
- агрономически обоснованного сочетания отвальных и бесплужных обработок,

- применения энергонасыщенных тракторов и широкозахватных почвообрабатывающих и посевных машин и агрегатов, совмещения основной и предпосевной обработки почвы.

Это позволит хозяйствам сократить расход топлива, времени и затраты труда на 30–50 %, сохранить и расширенно воспроизводить плодородие почв, значительно уменьшить эрозионные процессы при увеличении урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Экономия ресурсов при обработке почвы возможна также за счет:

1. Использование комбинированных, широкозахватных машин повышает производительность труда в 1,5 раза. Экономия топлива – 20–50 %.

2. Замена вспашки безотвальным рыхлением чизельными агрегатами, тяжелыми дисковыми боронами, дискаторами снижает расход топлива на 7–15 кг/га, повышает производительность в 1,5–2,0 раза.

3. Применение почвообрабатывающе-посевных машин при возделывании озимых зерновых культур по сравнению с однооперационными технологиями позволяет сократить расход топлива на 25–30 % без снижения уровня продуктивности культур.

4. Применение бесплужных (мелкая, глубокая безотвальная) технологий обработки почвы при возделывании озимых ржи и тритикале в сочетании с применением комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин при отсутствии многолетних сорняков и на фоне благоприятных предшественников обеспечивает получение урожайности зерна на уровне отвальной вспашки и экономию топлива от 14 до 44 %.

5. Разуплотнение подпахотных горизонтов глубокорыхлителями один раз в четыре года на глубину до 45 см обеспечивает прибавку урожая различных (яровые зерновые, зернобобовых и крестоцветные) культур в севообороте на 5,7–10 %.

Проведенные расчеты показывают, что внедрение комбинированной обработки почвы, предусматривающей чередование в севообороте вспашки с бесплужными обработками с использованием широкозахватных орудий, позволят сэкономить республике в год около 30 тыс. тонн топлива и обеспечить дополнительный сбор 500 тыс. тонн кормовых единиц. А при доведении численности почвообрабатывающе-посевных агрегатов до 1 единицы на 1000 га потребление топлива сократится примерно на 10 тыс. тонн, затраты труда уменьшаться вдвое. За счет сокращения сроков на обработке почвы и посеве комбинированными агрегатами дополнительный сбор зерна составит около 210 тыс. тонн.

При внедрении минимальной обработки почвы в хозяйствах Республики Беларусь необходимо учитывать следующие условия, позволяющие эффективно применять данный технологический прием без возможных отрицательных последствий, либо их снижения.

1. Нецелесообразно применять минимальную обработку на:

- суглинистых и глинистых полугидроморфных почвах, приуроченных к выровненным территориям;

- почвах с неблагоприятными агрофизическими свойствами пахотных горизонтов и содержанием водопрочных агрегатов менее 40 %;

- склоновых почвах, подверженных водной эрозии, из-за усиления поверхностного стока воды;

- почвах с низкими показателями плодородия, а также почвах с баллом плодородия менее 25 баллов, так как в этих случаях будет формироваться низкая урожайность возделываемых культур.

2. Применение минимальной обработки должно предусматривать:

- предварительное уничтожение многолетних двудольных и злаковых сорняков при помощи глифосатсодержащих гербицидов с нормами расхода 6–8 л/га;

- выравнивание поверхности обрабатываемых участков;

- разуплотнение подпахотного горизонта с использованием биологических и механических приемов.

3. Эффективному применению минимальной обработки почвы в Беларуси будут способствовать:

- строгое соблюдение технологии с соблюдением качества всех операций от обработки почвы до уборки;
- применение измельченной равномерно по ходу движения комбайна соломы предшественников в качестве органического удобрения и мульчирования верхнего слоя для защиты от ветровой эрозии, сохранения почвенной влаги;
- чередование культур с большим и малым количеством послеуборочных остатков для равномерной переработки почвенными микроорганизмами без накопления соломы в верхнем обрабатываемом слое 0–10 см;
- применение системы машин (отечественного производства), предназначенных для минимальной обработки почвы.

В табл. 6 представлены рекомендации по основной обработке почвы под зерновые культуры.

Исходя из вышеуказанных данных, а также на основе многолетних стационарных исследований наиболее рациональной системой в севообороте, благоприятной для почвенно-климатических условий Республики Беларусь, является комбинированная обработка почвы, которая основана на чередовании с учетом биологических особенностей культурных растений по годам отвальной вспашки и бесплужных (минимальной либо безотвальной) обработок почвы.

Таблица 6 – **Основная обработка почвы в Беларуси в зависимости от почвенных условий и культуры**

Обработка почвы	Культуры	Тип почвы, гранулометрический состав, периодичность вспашки	Примечание
Отвальная вспашка	Озимые пшеница, ячмень, озимая тритикале – семеноводческие посевы, яровая пшеница, ячмень пивоваренный и на семена	Дерново-подзолистые суглинистые: тяжелые, средние – ежегодно; легкосуглинистые – 1 раз в два года; супесчаные и песчаные – 1 раз в четыре года	При условии отсутствия многолетних сорняков, соблюдения севооборотов
Безотвальная обработка (чизельная, до 20 см)	Озимая тритикале, озимая рожь, люпин, горох, вика, , кукуруза, яровые зерновые после пропашных	Дерново-подзолистые легкосуглинистые – 1 раз в два года; супесчаные – 3 раза в четыре года	
Минимальная (мелкая до 10–12 см)	озимая рожь на фураж, яровые зерновые после пропашных	Дерново-подзолистые легкосуглинистые – 1 раз в два года; супесчаные и песчаные – 3 раза в четыре года	
Прямой посев	Пожнивные, поукосные, озимые зерновые	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные (гумус более 2, содержание РК не ниже 150–200 мг/кг почвы)	

Данный вид обработки почвы применительно к условиям нашей республики, с учетом машинно-тракторного парка, в отличие от ежегодной отвальной обработки либо полностью минимальной обработки, позволяет:

- сократить расход топлива в севообороте на 1–30 %;
- сохранить или увеличить продуктивность как отдельных культур, так и севооборота в целом;
- предотвратить увеличение засоренности посевов многолетними и однолетними сорняками;
- сдержать минерализацию гумуса;
- сохранять почвенную влагу (особенно на супесчаных и песчаных почвах).

Важнейшее условие эффективной энергосберегающей обработки почвы – высокий уровень общей культуры земледелия, строгое соблюдение технологической дисциплины,

проведение полевых работ в оптимальные сроки и с отличным качеством, правильное использование эффективных гербицидов, применение достаточных доз удобрений, чистота полей от сорной растительности, особенно многолетней, постоянный поиск и использование экономически более выгодных приемов.

К **организационно-экономическим** инновациям следует отнести оптимизацию видового и сортового состава по скороспелости (25-**35**% ранние; 40% среднеспелые и **25**-35 позднеспелые); определение уровней ДВУ и максимально рекомендуемых по ГТП на отдельных элементарных участках поля.

Посев. Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем, величина которого определяется комбинацией не регулируемых и регулируемых факторов. В свою очередь регулируемые факторы при программировании урожайности имеют системный характер и поэтому их нельзя рассчитывать и применять в отрыве друг от друга. Схематически (рис.3.) взаимовлияние и взаимозависимость различных факторов можно выразить следующим образом:

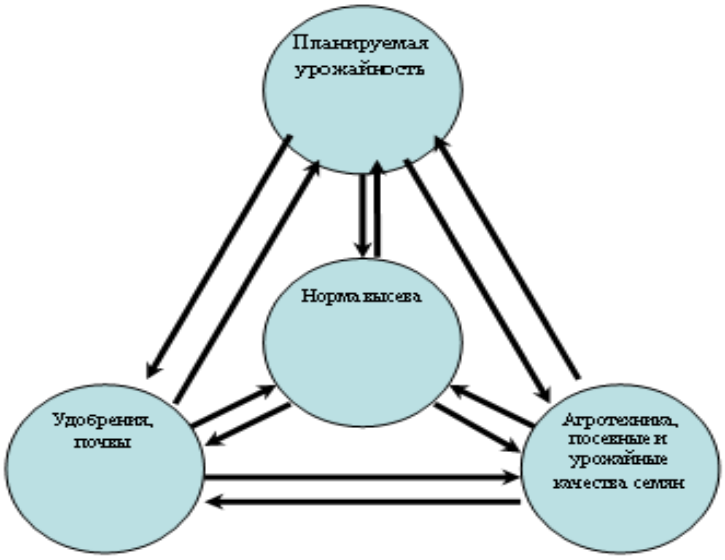


Рисунок 3. Схема системных связей

Все вышеизложенное определяет важность, а порой и необходимость использования компьютерных программ для определения точных количественных параметров элементов технологии.

При разработке технологии выращивания бессистемный подход больше имеет место при расчетах норм высева (посадки), чем других элементов. Часто его оправдывают компенсаторными способностями растений, когда «недостаток» одного из структурных элементов урожайности компенсируется увеличением сопряженных с ним других элементов. На практике же получается, что повышенная норма высева, не обеспеченная элементами питания для реализации ее потенциала урожайности, приводит к смещению соотношения основной и побочной продукции в сторону побочной. И наоборот, недостаточная норма высева не может в полной мере реализовать урожайный потенциал повышенного плодородия почвы и внесенных удобрений.

В основу расчёта норм высева должна быть заложена структурная формула урожайности, которая для зерновых культур имеет вид:

$$У = \frac{Р \times К \times З \times А}{10000}$$; где У – урожайность зерна, ц/га, а Р – количество растений к уборке, шт./м^2.

Из данной формулы можно определить количество растений (Р), которое необходимо иметь к уборке для получения заданной урожайности, а затем рассчитать требуемую весовую норму высева:

$$Р = \frac{У \times 10000}{К \times З \times А};$$

$$Н_в = \frac{Р \times М_{1000} \times 100}{В_{общ} \times ПГ};$$

где $Н_в$ – весовая норма высева, кг/га

$М_{1000}$ – масса 1000 семян, г

$В_{об}$ – общая выживаемость (% растений сохранившихся к уборке от высеянных всхожих семян)

ПГ – посевная годность семян, %

$$ПГ = \frac{Ч \times В}{100};$$

где Ч – чистота семян, %

В – лабораторная всхожесть, %

Вся проблема заключается в том, что показатели К, З и А также являются интегральными и их количественное значение зависит от ряда других факторов:
генетического потенциала вида и сорта; посевных, урожайных и матрикальных качеств семян; обеспеченности элементами питания; наличия сорняков, вредителей и болезней; уровня агротехники; погодных условий. Кроме того, величина показателей К, З, А зависит от Р и нормы высева. Данную функциональную зависимость (рис.4) можно выразить графически следующим образом:

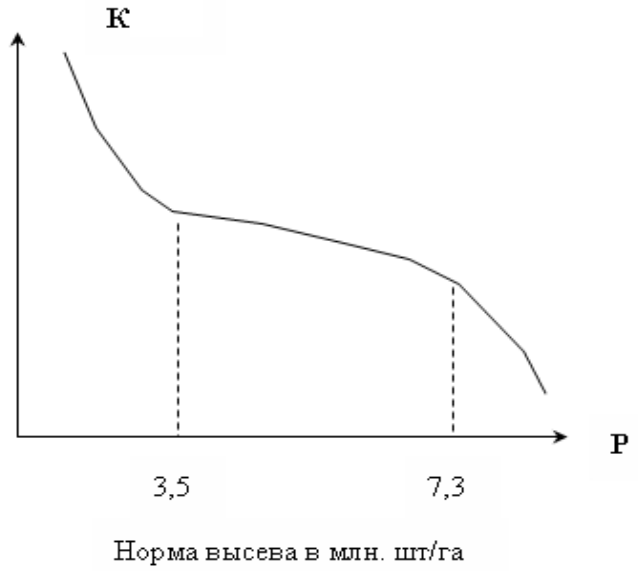


Рисунок 4. Зависимость кустистости от нормы высева

Если в график вместо Р подставить произведение Р х К (продуктивный стеблестой) , а вместо К ввести показатели З и А, функциональная зависимость будет похожей. Необходимо учитывать и свойственную яровым зерновым культурам особенность, проявляющуюся при поздних календарных сроках посева в условиях длинного светового дня. Она заключается в снижении озерненности продуктивного стеблестоя увеличенного за счет кустистости растений. Исходя из вышеуказанного, не представляется возможным по формуле сделать точные расчеты в хозяйстве без использования компьютерной программы.

Неслучайно, для установления оптимальных норм высева зерновых культур были проведены громадные по своему объему исследования. Проводились они, как правило, в научных учреждениях с использованием передовых технологий, качественных семян, определенных (ограниченных) норм внесения удобрений и на конкретных почвах. Основной вывод, который сделали исследователи следующий: – **зерновые злаки обладают в достаточной степени пластичностью**. То есть «недостаток» одного из структурных элементов урожайности компенсируется увеличением сопряженных с ним других элементов. Исходя из этого, нет необходимости в существенной вариации штучных норм высева зерновых культур. Например: - рекомендуемая (регламентированная) штучная норма высева ячменя – 4 – 4,5 млн.шт./га. Данная штучная норма высева умноженная на массу 1000 семян, умноженная на 100 и деленная на посевную годность позволяет определить весовую норму высева (кг/га). Можно ли полученный результат считать абсолютно верным? К сожалению нет. Например, при низкой массе 1000 семян, что чревато пониженной кустистостью растений, весовая норма также снижается, тем самым, усугубляя недобор урожая. Кроме того, поштучно-весовая формула расчета норм высева не учитывает уровень планируемой урожайности, внесенные удобрения, уровень агротехники и другие факторы представленные во «вводе данных» разработанной нами компьютерной программы «Зерноптимум – 1» (Свидетельство №043 от 27.10.08).

Повышенная норма высева, не обеспеченная элементами питания для реализации ее зернового потенциала урожайности, приводит к смещению соотношения основной и побочной продукции в сторону побочной (соломы). И наоборот, недостаточная норма высева не может реализовать урожайный потенциал повышенного плодородия почвы и внесенных удобрений. Несмотря на высокую компенсаторную способность зерновых злаков увеличивать продуктивную кустистость при уменьшении растений на единице площади и увеличивать озерненность соцветий при уменьшении количества продуктивных стеблей, зависимые структурные показатели имеют видовые и сортовые ограничения. Равным образом это относится и к весу 1000 зерен. Более того, на легких почвах в условиях весенней засухи возможно снижение озерненности соцветий при уменьшении стеблестоя. Обусловлено это тем, что в посевах, которые не сомкнулись к фазе «начало выхода в трубку» имеет место экстремальная потеря влаги почвой из-за трещин, образовавшихся от проникновения к почве прямых солнечных лучей. При этом также снижается микробиологическая активность почвы и доступность для растений азота. Вместе с тем, указанная фаза совпадает с четвертым этапом органогенеза, при котором происходит закладка будущих колосков в колосе, а их количество прямо пропорционально зависит от количества влаги и доступного азота в почве.

Кроме того, поштучно-весовая формула расчета норм высева не учитывает уровень планируемой урожайности, внесенные удобрения, уровень агротехники и другие факторы, представленные во «вводе данных» компьютерной программы «Зерноптимум – 1».

Компьютерная программа «Зерноптимум – 1» предназначена для оптимизации норм высева с учётом норм внесения минеральных удобрений под запланированную или оптимально возможную урожайность яровых зерновых культур. В последнем случае окупаемость внесенных минеральных удобрений будет максимальной. В тоже время, несколько меньшая окупаемость вносимых минеральных удобрений при повышенной урожайности вовсе не означает, что экономический эффект будет худшим. Скорее наоборот. Поэтому уровень планируемой урожайности должен определяться исходя из материальных ресур-

сов хозяйства и расчётов экономической эффективности. К сожалению, последний фактор нельзя "ввести" в компьютерную программу из-за ежегодной вариации: конъюнктуры цен; стоимости оборотных средств и уровня ликвидности продукции.

Необходимые нормы внесения минеральных удобрений рассчитываются на основании 12 параметров ввода и справочных данных.

Продуктивная кустистость – на основании 12 параметров.

Общая выживаемость – на основании 7 параметров.

Масса 1000 семян – на основании 5 параметров.

Озернённость соцветий – на основании 3 параметров.

Ввод данных и результаты расчёта компьютерной программы «ЗЕРНООПТИМУМ 1» осуществляется по схеме (рис. 5):

1	Культура	1	2	Уровень агро-техники	2	3	Предшественники	6
	Пшеница	1		Высокий	1		Пропашные	1
	Ячмень	2		Средний	2		Злаковые	2
	Овес	3		Низкий	3		Рапс	3
	Тритикале	4					Бобовые однолетние	4
							Бобовые многолетние	5
							Другие	6
4	Запыреенность участка	2	5	Степень об-работки почвы	2	6	Гранулометрический состав	2
	Высокая	1		Хорошая	1		Среднесуглинистая	1
	Средняя	2		Средняя	2		Легкосуглинистая	2
	Слабая	3		Плохая	3		Супесчаная	3
7	Балл поля или пашни	40	8	Глубина пахотно-го горизонта, см	22,5	9	Объемный вес пахот-ного горизонта, г/см^3	1,3
10	Кислотность пахот-ного горизонта, pH	6,1	11	Содержание гу-муса в почве, %	2,25	12	Содержание P_2O_5, мг/кг почвы	188
13	Содержание K_2O, мг/кг почвы	175	14	Планируемая норма внесения навоза КРС, т/га		15	Норма внесения навоза КРС под предшествен-ник, т/га	
16	Планируется ли азотная подкормка в фазу "выхода в трубку"	1	17	Происхождение семян	1	18	Какой использовался протравитель	3
	Да	1		Собственные	1		Байтан и его аналоги	1
	Нет	2		Покуп-ные(сем.хоз.)	2		Фундазол и его анало-ги	2
				Импортные	3		Другие	3
19	Инкрустация (до посева)	2	20	Посевная год-ность семян,%	93	21	Масса 1000 семян, г	45
	<1 недели	1						
	1 - 2 недели	2						
	2 - 3 недели	3						
	более 3 недель	4						

22	Репродукция	3	23	Микротравмируемость семян, %	35	24	Срок посева от начала сева	2
	СЭ	1					1-5 день	1
	Э	2					6-10 день	2
	1Р	3					11-15день	3
	2Р	4					16-20 день и более	4
	3Р	5						
25	Продуктивная кустистость в условиях хозяйства		26	Озерненность соцветия данного сорта, шт		27	Общая выживаемость, %	
28	Планируемое боронование посевов	3	29	Планируется ли 2-я азотная подкормка в фазу колошения?	2	30	Планируется ли обработка посевов	2
	До или после	1		Да	1		Фунгицидами и инсектицидами	1
	До и после	2		Нет	2		Фунгицидами или инсектицидами	2
	Не планируется	3					Не планируется	3
31	Планируемая урожайность, ц/га	50		Оптимально возможная урожайность, ц/га				

Результаты расчета

Планируемая урожайность зерна **50**ц/га

Уровень максимально возможной урожайности составляет 108 ц/га, при озерненности соцветия 35,8 шт.

Нормы внесения минеральных удобрений для получения расчетной урожайности 50 ц/га должны составлять:

Азотные **147**кг д.в./га

Фосфорные **102**кг д.в./га

Калийные **129**кг д.в./га

Необходимо внести микроэлементы Mn, Cu, Zn,B

Весовая норма высева должна составлять **248**кг/га

Штучная норма высева при этом составит **5,1**2 млн. шт/га семян 100% ПГ

Посевы желательно обработать ретардантами

Ожидаемая окупаемость минеральных удобрений составит 8,47 кг зерна на 1 кг NPK

Рисунок. 5. Пример ввода данных и результатов расчета компьютерной программы Зерноптимум 1»:

Для получения аналогичной урожайности на тех же почвах, но при высоком уровне агротехники (с соответствующим изменением «ввода данных»), необходимая норма высева составит 4.1 млн.шт./га. (норма удобрений – N_{140} P_{80} K_{110}) , а при низком уровне агротехники – 5.96 млн. шт./га при норме удобрений – N_{154} P_{127} K_{139}.

Для получения урожайности 70 ц/га зерна при среднем уровне агротехники по пропашному предшественнику, с внесением под него 80 т/га навоза КРС, необходимая норма высева составит 5,4 млн. шт./га при норме удобрений $N_{134}P_{116}K_{76}$. При этом почва должна содержать 2,8 % гумуса, P_2O_5 – 230 и K_2O – 250 мг/кг почвы.

Указанные нормы высева рассчитаны при степени микротравмированности семян на уровне 35%, что не является предельно возможной величиной (5….60 %).

Микротравмированность семян является основной причиной невысокой полевой всхожести (около 70%) и низкой общей выживаемости растений (55-65%). Высокая микротравмированность семян имеет место из-за отсутствия специализированных (2-х барабанных + 2-х бункерных и др.) уборочных комбайнов, несовершенства технологии уборки и повторной очистки семян. Прямое комбайнирование семенных участков необходимо проводить при влажности зерна 16 – 18%. При меньшей влажности увеличивается микротравмированность семян. При большей – образуются внутренние разрывы зерновок без видимых внешних повреждений, чаще у овса. Режим обмолота должен быть наиболее мягким (минимально возможные обороты и максимально возможные зазоры молотильного аппарата). Семена должны быть очищены за один пропуск через зерноочистительный комплекс. Повторная очистка семян может существенно снизить их полевую всхожесть (на 8 % и более) за счет увеличения травматизма, так как семена имеют пониженную влажность (14% и менее), а также царапины, повторное повреждение которых приводит к микротравмированию.

Микротравмированные семена «показывают» лабораторную всхожесть в стерильных условиях проращивания, но половина из них не обеспечивает полевой всхожести. Причем это наиболее биологически полноценные семена (из центральной части колоса и верхней части метелки) с повышенным потенциалом кустистости. Именно они наиболее легко вымолачиваются и, соответственно, получают больше микротравм при обмолоте. При набухании таких зерновок в почве, через микротрещины проникает патогенная микрофлора, что приводит к гибели семян, проростков или, даже, молодых растений. Погибшие проростки являются очагами инфекции и оказывают негативное влияние на продуктивность соседних растений.

Снижение полевой и, даже, лабораторной всхожести микротравмированных семян возможно и при позднем их протравливании некоторыми препаратами, обладающими ретардантными свойствами, что легко проверить экспериментально. Механизм воздействия заключается в проникновении протравителя через микротравмы зерна к зародышу, который временно будет находиться в состоянии стресса и не будет способен к прорастанию. К сожалению, микротравмированность (травмированность) семян не является показателем качества семян, обязательным к определению и не фиксируется в удостоверении о кондиционности семян.

Приведенные данные логически обосновывают существенную разницу норм высева необходимых для получения одинаковой урожайности в разных хозяйствах. Снижение полевой всхожести семян, например на 10%, вовсе не означает, что ее можно компенсировать аналогичным увеличением нормы высева, поскольку «не взошли» наиболее биологически полноценные семена с повышенным потенциалом кустистости.

Для большей точности расчетов, при заявленном уровне агротехники “высокий”, во вводе данных должно присутствовать не менее 5 нижеследующих показателей: 4.3; 5.1; 16.1; 19.4; 29.1; 30.1. При уровне “средний” – не менее 5 из: 4.2; 5.2; 16.1; 19.2; 19.3; 30.2. При уровне “низкий”, наоборот должно присутствовать во вводе данных не более 5 показателей из: 4.2; 4.3; 5.1; 5.2; 16.1; 19.2; 19.3; 19.4; 29.1; 30.1; 30.2.

Факторы 8, 9, 14, 15, и 23 не требуют обязательного ввода. Также как и факторы: 25(продуктивная кустистость), 26 (озерненность соцветий), 27 (общая выживаемость), которые рассчитываются программой. Но данный факт не отрицает возможности ввода своих конкретных данных, которые будут иметь приоритет перед расчетными. Поэтому наиболее точные результаты расчета будут в хозяйствах с высокой культурой земледелия,

где агрономическая служба постоянно ведет учет количественных значений основных структурных элементов урожайности.

Уход за посевами. Проблемы эффективной защиты растений, более чем другие сферы сельскохозяйственной деятельности, затрагивают экономическую, социальную и экологическую сферы жизни общества и поэтому требуют более оперативного и приоритетного решения. Оптимизация защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов, производство собственных средств защиты растений, совершенствование технических средств и технологий внесения пестицидов обеспечивает ежегодную экономию до 15–20 % энергоресурсов.

Согласно исследованиям, проведенным в нашей стране национальным институтом защиты растений, применение комплексной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков позволяет сохранить урожай ячменя – 10,6 ц/га, овса – 8,2 ц/га

При проведении защитных мероприятий соотношение затрат на минеральные удобрения и защиту растений рознится в зависимости от урожайности сельскохозяйственной культуры, и при увеличении урожайности сельскохозяйственной культуры возрастает.

Так, у озимой пшеницы при урожайности 35 ц/га затраты составляют 54 долл/га по пестицидам и 69 долл/га по минеральным удобрениям. При этом поддерживается отношение затрат 0,7. Увеличение урожайности культуры до 50 ц/га влечет и увеличение затрат на агрохимикаты. Здесь соотношение возрастает до 0,9.

У озимой ржи при урожайности 40 и 65 ц/га показатель соотношения соответственно составил 0,6 и 0,7 (табл. 7).

Таблица 7 – **Соотношение затрат на защиту растений и минеральные удобрения при различных уровнях урожайности**

Культура	Урожайность, ц/га	Затраты на защиту растений, долл/га	Затраты на минеральные удобрения, долл/га	Отношение затрат на защиту растений к затратам на минеральные удобрения
Озимая пшеница	35 50	54 94	69 102	0,7 0,9
Озимая рожь	30 40	40 65	60 98	0,6 0,7
Ячмень	35 50	33 62	60 86	0,5 0,7

В перспективе в вопросах применение средств защиты растений преобладающими будут следующие тенденции:

1. С учетом фитосанитарной и экономической ситуации предпочтение в вопросах проведения химических защитных мероприятий будет отдаваться препаратам отечественного производства;

2. Будет продолжено совершенствование ассортимента ядохимикатов в сторону снижения их стойкости в биологических средах, кумулятивности и токсичности;

3. Существенно будет совершенствоваться техническая база защиты растений. Предполагается значительно расширить использование малой авиации и мотодельтопланов;

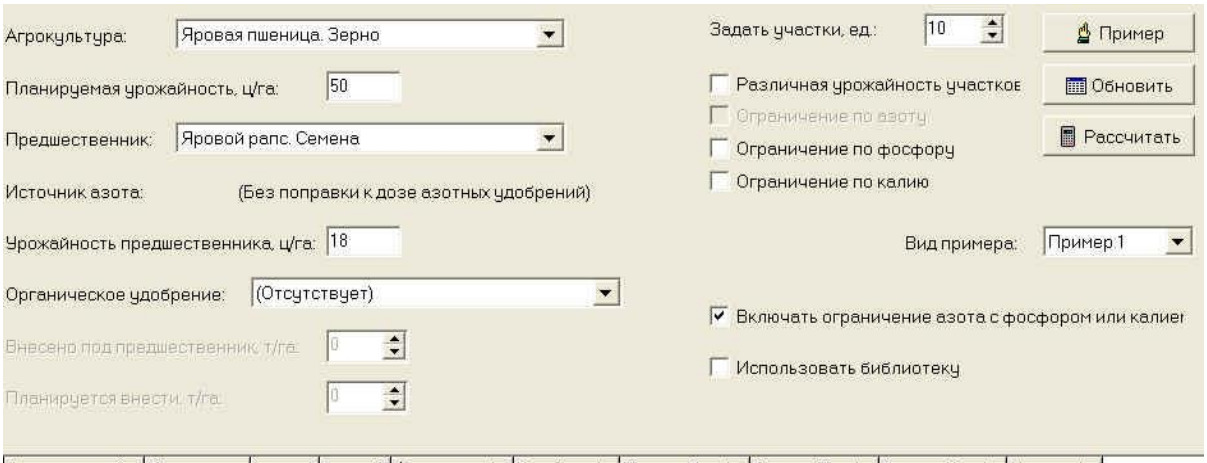
4. Систематическое применение пестицидов в значительной мере будет сочетаться с использованием биологического метода борьбы с вредными организмами;

5. Особенностью применения ядохимикатов в 21 веке будет использование эколого-экономического порога целесообразности и придание экологической направленности защитным мероприятиям.

6. Большую роль при применении пестицидов будет играть научное и информационное (компьютеризированные метеостанции) обеспечение защиты растений сельскохозяйственных культур.

Внедрение систем точного земледелия позволяет использовать пестроту почвенного плодородия поля для оптимизации норм NPK под зерновые культуры

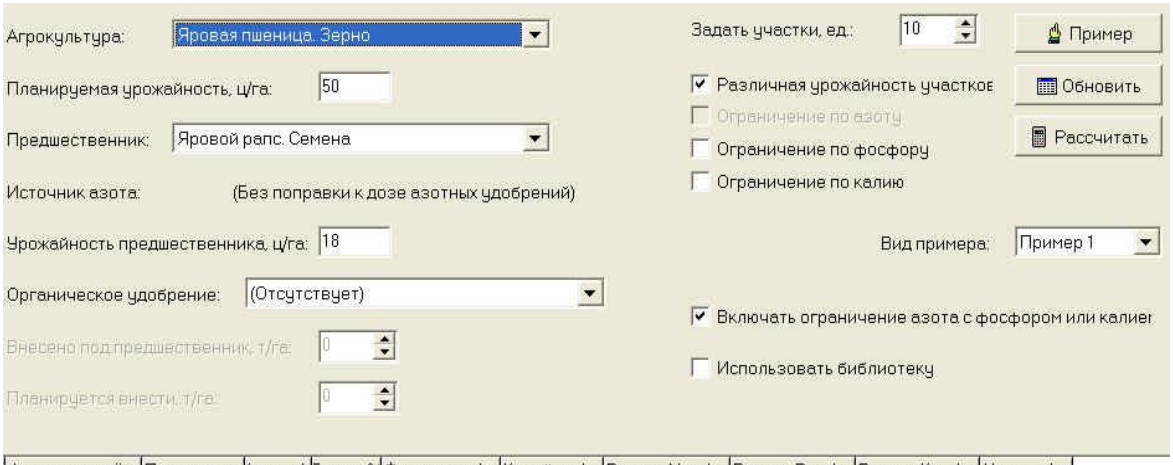
Наиболее актуальными проблемами минерального питания растений являются: постоянное удорожание минеральных удобрений; их точное дозирование для получения планируемой урожайности; предотвращение загрязнения окружающей среды избыточными дозами удобрений. Внедрение систем точного земледелия позволяет дифференцированно внести минеральные удобрения на каждом элементарном участке или зоне плодородия поля. На рис. 6 представлен пример расчета норм NPK с помощью компьютерной программы (Камасин С. С., Тернов Е. В.), учитывающей коэффициенты возмещения (возврата NPK), то есть по официальной для многих стран методике.



Наимен. расчёта	Площадь, га	Кисл., pH	Гумус, %	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Внести N, кг/га	Внести P, кг/га	Внести K, кг/га	Урож., ц/га
р.взвеш. дозы NP						126	87	136	
р.взвеш. агрохим		5,6	2,4	199	235	126	88	142	50,0
Участок 1	6,20	4,2	2,0	180	250	137	103	120	50,0
Участок 2	4,60	5,4	2,9	165	401	112	100	40	50,0
Участок 3	5,40	6,2	2,3	187	350	129	84	82	50,0
Участок 4	1,95	5,4	3,2	310	146	109	58	171	50,0
Участок 5	7,00	6,3	2,0	136	160	137	98	185	50,0
Участок 6	4,50	6,4	2,8	336	104	115	44	219	50,0
Участок 7	3,00	5,5	2,9	273	161	112	68	169	50,0
Участок 8	6,10	5,8	2,1	85	120	134	115	201	50,0
Участок 9	4,50	4,6	3,0	301	324	109	66	84	50,0
Участок 10	2,27	5,6	1,2	172	391	150	95	48	50,0

Рисунок 6. Результаты расчета норм NPK с одинаковой урожайностью по участкам

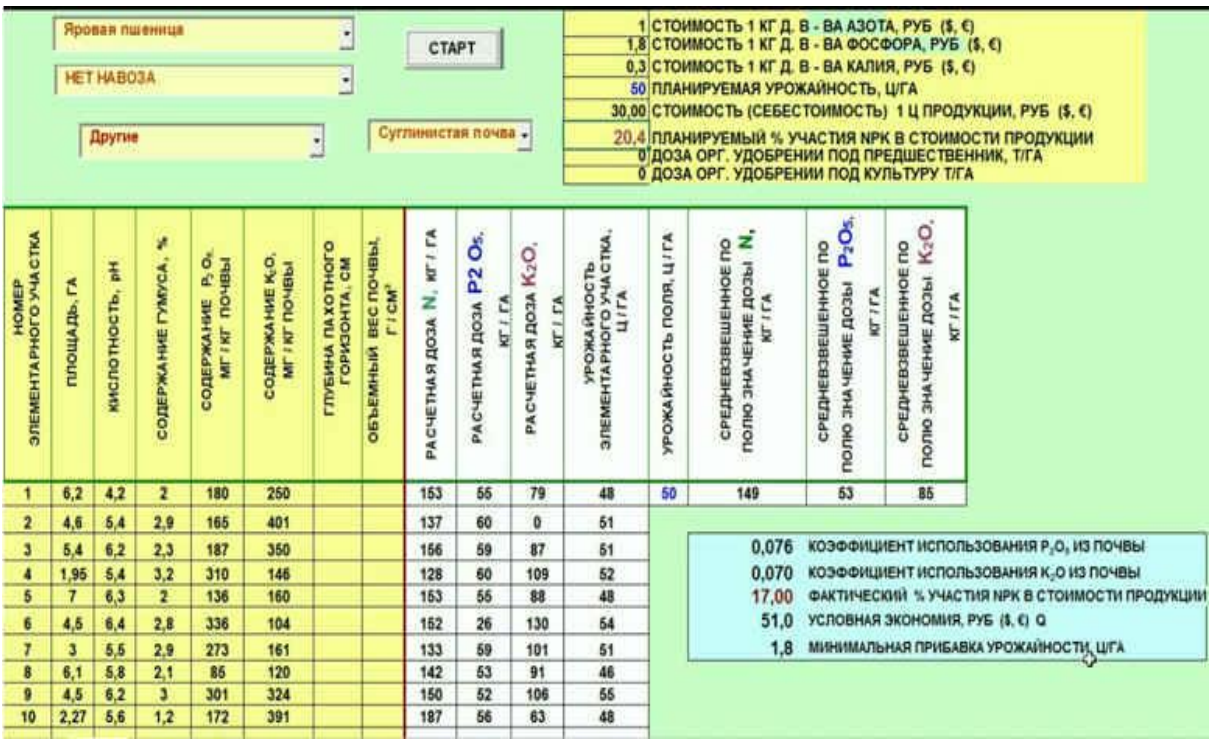
- Из данных рисунка 6 видно, что при одинаковой планируемой урожайности требуются различные нормы внесения азота, фосфора и калия. В верхней строке приводятся средневзвешенные по полю нормы NPK. Во второй сверху строке даны средневзвешенные агрохимические показатели поля и рассчитанные по ним нормы NPK. Как видим, разница между значениями несущественная. Одним из заявляемых преимуществ данной системы расчета является выравнивание плодородия элементарных участков. И это действительно так. Но в результате такого выравнивания, в дальнейшем при использовании той же системы расчета, мы не получаем ни какой значимой экономии. Аналогичная картина наблюдается и при планировании различных уровней урожайности по элементарным участкам (рис. 7).



Наимен. расчёта	Площадь, га	Кисл., pH	Гумус, %	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Внести N, кг/га	Внести P, кг/га	Внести K, кг/га	Урож., ц/га
р.взвеш. дозы NF						122	84	132	
р.взвеш. агрохи		5,6	2,4	199	235	126	88	142	50,0
Участок 1	6,20	4,2	2,0	180	250	125	91	109	41,9
Участок 2	4,60	5,4	2,9	165	401	121	113	40	60,7
Участок 3	5,40	6,2	2,3	187	350	126	82	80	48,1
Участок 4	1,95	5,4	3,2	310	146	125	71	194	67,0
Участок 5	7,00	6,3	2,0	136	160	125	86	170	41,9
Участок 6	4,50	6,4	2,8	336	104	122	48	230	58,6
Участок 7	3,00	5,5	2,9	273	161	121	78	183	60,7
Участок 8	6,10	5,8	2,1	85	120	126	104	189	44,0
Участок 9	4,50	4,6	3,0	301	324	120	77	90	62,8
Участок 10	2,27	5,6	1,2	172	391	92	54	6	25,1

Рисунок 7. Результаты расчета норм NPK с различной урожайностью по участкам

Из данных рис. 7 видно, что при планировании различной урожайности (в данном случае уровни ”привязаны” только к содержанию гумуса) мы добиваемся некоторого выравнивания нормы внесения азота по всем участкам, но, опять же, не достигаем экономии NPK. Почему так происходит? Обусловлено это тем, что при низком содержании определенного элемента питания программа предусматривает не только его вынос с урожайностью, но и дополнительное внесение для выравнивания плодородия поля. И если раньше, при низких ценах на минеральное удобрение, мы могли это позволить, то теперь такая система расчетов позволительна только для отдельных хозяйств. Учет существующих реалий требует новых подходов при разработке систем расчета норм внесения минеральных удобрений и, прежде всего, NPK. Примером такого является экспериментальная компьютерная программа «NPK- оптимизатор», разработанная авторами статьи [1]. В программу заложены данные для 39 полевых культур, включая сенокосы и пастбища. Учитывается действие и последействие 15 видов органического удобрения. Во вводе данных также задействованы: номера элементарных участков, их площади, кислотность, гранулометрический состав, глубина и объемный вес пахотного горизонта, содержание гумуса, P_2O_5 и K_2O, предшественники, стоимость 1 кг действующего вещества азота, фосфора и калия, стоимость или себестоимость 1 ц выращиваемой продукции, планируемая урожайность и планируемый процент участия NPK в стоимости (себестоимости) продукции. При этом может использоваться любая валюта. На рис. 8 представлен пример расчета (в белорусских рублях) с ранее использованными параметрами планируемой урожайности и агрохимическими данными элементарных участков поля с яровой пшеницей.



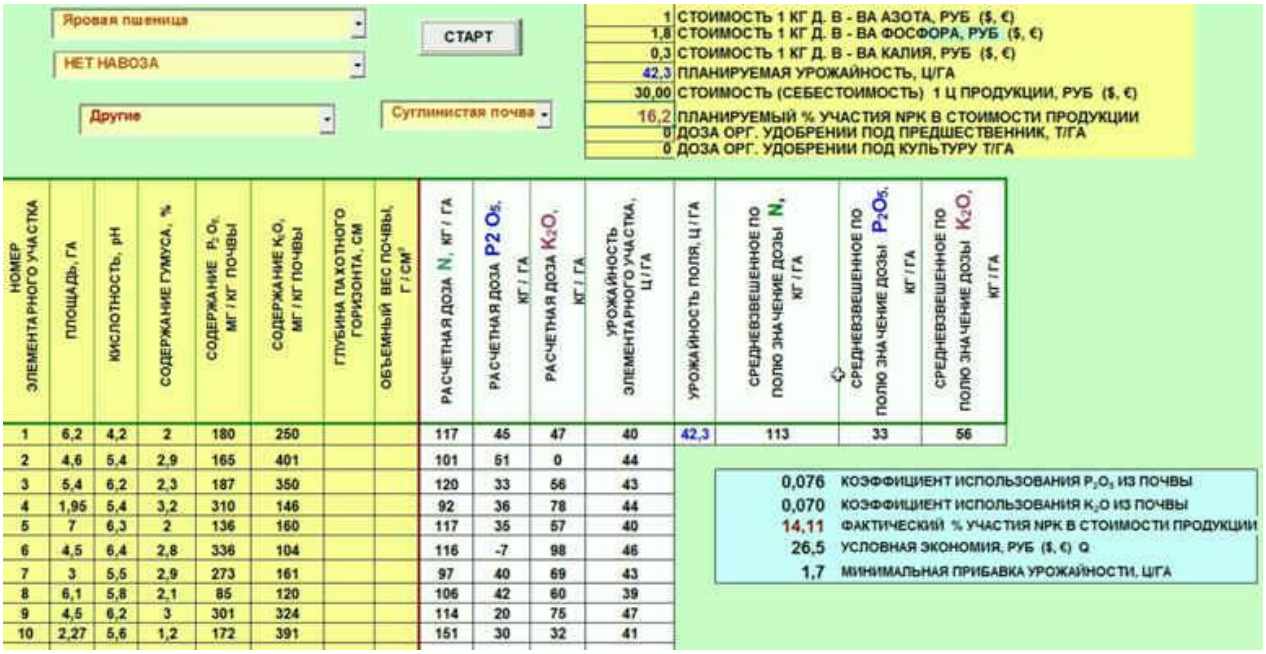
НОМЕР ЭЛЕМЕНТАРНОГО УЧАСТКА	ПЛОЩАДЬ, ГА	КИСЛОТНОСТЬ, pH	СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА, %	СОДЕРЖАНИЕ P_2O_5, МГ / КГ ПОЧВЫ	СОДЕРЖАНИЕ K_2O, МГ / КГ ПОЧВЫ	ГЛУБИНА ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА, СМ	ОБЪЕМНЫЙ ВЕС ПОЧВЫ, Г / СМ³	РАСЧЕТНАЯ ДОЗА N, КГ / ГА	РАСЧЕТНАЯ ДОЗА P_2O_5, КГ / ГА	РАСЧЕТНАЯ ДОЗА K_2O, КГ / ГА	УРОЖАЙНОСТЬ ЭЛЕМЕНТАРНОГО УЧАСТКА, Ц / ГА	УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЯ, Ц / ГА	СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ ПО ПОЛЮ ЗНАЧЕНИЕ ДОЗЫ N, КГ / ГА	СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ ПО ПОЛЮ ЗНАЧЕНИЕ ДОЗЫ P_2O_5, КГ / ГА	СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ ПО ПОЛЮ ЗНАЧЕНИЕ ДОЗЫ K_2O, КГ / ГА
1	6,2	4,2	2	180	250			153	55	79	48	50	149	53	85
2	4,6	5,4	2,9	165	401			137	60	0	51				
3	5,4	6,2	2,3	187	350			156	59	87	51				
4	1,95	5,4	3,2	310	146			128	60	109	52				
5	7	6,3	2	136	160			153	55	88	48				
6	4,5	6,4	2,8	336	104			152	26	130	54				
7	3	5,5	2,9	273	161			133	59	101	51				
8	6,1	5,8	2,1	85	120			142	53	91	46				
9	4,5	6,2	3	301	324			150	52	106	55				
10	2,27	5,6	1,2	172	391			187	56	63	48				

Рисунок 8. Результаты расчета норм NPK для 50 ц/га зерна яровой пшеницы

Из данных рисунка 8 видно, что при планируемом проценте участия стоимости NPK в стоимости продукции– 20,4 %, фактический процент участия (после оптимизации) составляет 17,0 %, а условная экономия составляет 51 руб./га, что эквивалентно 25,5 $/га. Условная экономия затрат может быть положительной или отрицательной даже на одном элементарном участке, поскольку она, по - сути, показывает степень соответствия агрохимических показателей участка требованиям культуры к данным показателям, с учетом стоимости NPK. Она также включает экономию затрат за счет уменьшения доз P_2O_5 и K_2O при определенных повышенных дозах азота или избыточном содержании P_2O_5 и K_2O в почве, но не включает стоимость минимальной прибавки. Минимальная прибавка урожайности 1,8 ц/га определяется только дозами азота. Другими словами, если внести средневзвешенную дозу N_{149} на каждом элементарном участке поля, недобор урожайности составит 1,8 ц/га. Максимальная прибавка, учитывающая лимитирующее действие всех трех элементов (NPK) будет выше, но, учитывая способность большинства культур усиливать мобилизацию P_2O_5 и K_2O из почвы и минеральных удобрений при достаточном обеспечении азотом [2], она может не подтвердиться экспериментально, при благоприятных погодных условиях. Коэффициенты использования P_2O_5 и K_2O из почвы, представленные в результатах расчета, приводятся только для последнего элементарного участка (№ 10). Величина коэффициентов использования РК из почвы зависит от содержания данных элементов питания в пахотном горизонте, выращиваемой культуры, кислотности и гранулометрического состава почвы и существенно варьирует. Основным недостатком большинства компьютерных программ данного профиля является использование мало вариабельных, или постоянных значений коэффициентов использования фосфора и калия из почвы, что приводит к неполучению планируемой урожайности, или к снижению почвенного плодородия. Оптимальные уровни урожайности по элементарным участкам поля отличаются от данных рисунка 2, и это не случайно. Ведь здесь мы учитываем не только содержание гумуса в почве, но также содержание P_2O_5 и K_2O, и, что самое главное, стоимость каждого элемента питания. Точность определения уровней оптимальной урожайности на каждом конкретном элементарном участке (зоне плодородия) поля является лишь одним из факторов, определяющих величину условной экономии. Другими факторами являются точное определение границ элементарных участков (зон почвенного плодородия), их ко-

личество и пестрота почвенного плодородия поля. Чем больше вариация, тем больше экономия. По-сути, мы трансформируем негативный фактор пестроты почвенного плодородия в позитивный фактор экономии ресурсов и увеличения урожайности. Не меньшее влияние на уровень получаемой экономии оказывает и величина планируемой урожайности: чем она выше – тем больше экономия.

- Программа также позволяет выбрать для конкретного поля (с учетом пестроты почвенного плодородия) культуру, выращивание которой позволит получить наибольшую экономию затрат на NPK, а также определить экономическую значимость (в денежном выражении) предшественника и внесенных органических удобрений.
- В программе можно адаптировать открытую базу данных по выносу NPK с единицей продукции и коэффициентам использования NPK из минеральных и органических удобрений к фактическим параметрам в каждом конкретном хозяйстве. При ежегодном определении фактического выноса NPK с единицей продукции, базовые данные можно откорректировать достаточно точно для конкретных почвенно- климатических и производственных условий хозяйства. В случае использования программы для нескольких хозяйств, банк данных необходимо формировать для каждого из них.
- Программа позволяет сделать расчет уровня урожайности с минимальными дозами фосфорных и калийных удобрений и полностью реализовать потенциал почвенного плодородия (рис. 9).
- Уровень урожайности 42,3 ц/га (рис. 9) можно считать оптимальным на том основании, что при меньшей урожайности, на многих элементарных участках будут отрицательные значения доз РК удобрений. А это значит, что мы не полностью используем потенциал почвенного плодородия.



НОМЕР ЭЛЕМЕНТАРНОГО УЧАСТКА	ПЛОЩАДЬ, ГА	КИСЛОТНОСТЬ, pH	СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА, %	СОДЕРЖАНИЕ P_2O_5, МГ / КГ ПОЧВЫ	СОДЕРЖАНИЕ K_2O, МГ / КГ ПОЧВЫ	ГЛУБИНА ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА, СМ	ОБЪЕМНЫЙ ВЕС ПОЧВЫ, Г / СМ³	РАСЧЕТНАЯ ДОЗА N, КГ / ГА	РАСЧЕТНАЯ ДОЗА P_2O_5, КГ / ГА	РАСЧЕТНАЯ ДОЗА K_2O, КГ / ГА	УРОЖАЙНОСТЬ ЭЛЕМЕНТАРНОГО УЧАСТКА, Ц / ГА	УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЯ, Ц / ГА	СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ ПО ПОЛЮ ЗНАЧЕНИЕ ДОЗЫ N, КГ / ГА	СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ ПО ПОЛЮ ЗНАЧЕНИЕ ДОЗЫ P_2O_5, КГ / ГА	СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ ПО ПОЛЮ ЗНАЧЕНИЕ ДОЗЫ K_2O, КГ / ГА
1	6,2	4,2	2	180	250			117	45	47	40	42,3	113	33	56
2	4,6	5,4	2,9	165	401			101	51	0	44				
3	5,4	6,2	2,3	187	350			120	33	56	43				
4	1,95	5,4	3,2	310	146			92	36	78	44				
5	7	6,3	2	136	160			117	35	57	40				
6	4,5	6,4	2,8	336	104			116	-7	98	46				
7	3	5,5	2,9	273	161			97	40	69	43				
8	6,1	5,8	2,1	85	120			106	42	60	39				
9	4,5	6,2	3	301	324			114	20	75	47				
10	2,27	5,6	1,2	172	391			151	30	32	41				

Рисунок 9. Результаты расчета норм NPK для 42,3 ц/га зерна яровой пшеницы

- Полученная условная экономия в данном случае менее существенная (13 $/га), но зато мы минимизируем расходы на фосфорно- калийное удобрение. Из данных расчетов видно, что вынос P_2O_5 и K_2O с урожаем не компенсируется вносимыми нормами. Но, само название нашей программы предполагает указанную оптимизацию. Ведь в современных условиях дефицита оборотных средств, который, будем надеяться, носит временный характер важно получить максимальную урожайность при минимальных затратах, одновременно проводя мониторинг почвенного плодородия. Технология точного земледелия позволяет это сделать. По нашему мнению, катастрофического снижения содержания элемен-

тов питания при получении 40 – 45 ц/га зерна на фоне низких норм РК происходить не будет. Ведь основную роль в питании растений играют ризосферные микроорганизмы, которые переводят недоступные формы NPK в доступные для корневого питания растений. Скорее наоборот, высокие дозы РК удобрений снижают микробиологическую активность почвы и способствуют переходу их в недоступную форму. В свою очередь, существенная активизация ризосферных микроорганизмов невозможна без корневых выделений ”мощного” фитоценоза (более 40 ц/га) на фоне достаточного азотного питания.

- Необходимость достаточно высоких норм азотных удобрений для указанного уровня урожайности зерна пшеницы отмечается и в исследованиях ученых ФГБОУ. Нельзя забывать, что достаточная обеспеченность азотом как яровой, так и озимой пшеницы позволяет не только получить запланированный урожай зерна, но и обеспечить его качественные показатели по белку и клейковине.

Способ возделывания гречихи на основе оптимизации микроклимата в посевах

Односторонняя ориентация на повышение урожайности за счет техногенных факторов (удобрения, пестициды, ретарданты, средства механизации и др.) не может быть приемлемой во все времена. И. И. Свентицкий в этом отношении приводит характерный пример. В последнее столетие в высокоразвитых странах урожайность возросла в 5 8 раз; в последние два десятилетия в 2 3 раза, но она сопровождалась ростом затрат на единицу продукции в и даже 50 раз. Это говорит о том, что повышение урожайности обычными традиционными методами становится невыгодным. Необходимо искать новые пути и средства, и наука здесь должна сыграть определенную роль. В последнее время все чаще говорят об адаптивном растениеводстве как естественной приспособленности культурных растений к условиям возделывания и их оптимизации, а также о системном методе в земледелии как совокупности приемов и действий, направленных на оптимизацию всех составляющих факторов роста и развития растений, включая и экзогенные. Убедительный сторонник этого направления академик А. А. Жученко акцентирует: «Следует со всей определенностью подчеркнуть, что даже избыток техногенных средств (удобрений, пестицидов, техники) и государственных дотаций не может компенсировать неадаптивность в землепользовании, приводящую к катастрофическим масштабам ухудшения почв, неоправданным затратам ресурсов, энергии труда». Нельзя не учитывать и то обстоятельство, что в условиях относительно высокого уровня химизации земледелия и нередкого нарушения агротехнических требований при использовании химических реагентов возникла реальная опасность загрязнения растениеводческой продукции и окружающей среды. С экономической точки зрения это также не всегда оправдано. Эти и другие негативные последствия одностороннего, преимущественно техногенного, подхода к интенсификации растениеводства и очевидная ограниченность этой стратегии предопределили поиск альтернативных систем земледелия. Особенно это касается гречихи, которая имеет особое отношение к азотным и хлорсодержащим калийным удобрениям, к химическим средствам защиты. С точки зрения анатомофизиологии и морфологии гречиха способна давать более высокую урожайность за счет повышения плодообразующей способности, снижения редукции генеративных органов. Для этого нужно создавать соответствующие агрофитоценозы и высокопродуктивные типы растений, обладающие оперативной системой саморегуляции, модификационной изменчивостью и адаптивностью. Такие агрофитоценозы обеспечивают более полное использование всех факторов, в том числе природных, к которым относятся и методы оптимизации микроклимата в посевах. Предложенный кафедрой растениеводства способ возделывания гречихи состоит из двух этапов и начинается осенью. Сначала поле полосно засевается озимой рожью. Ширина ржаных полос определяется захватом хедера уборочного комбайна. Между полосами ржи оставляют место для посева гречихи. Ширина гречишных полос должна быть 7,2 или 10,8 м (два-три прохода зерновой сеялки). Полосы гречихи и ржи чередуются по всему полю. Весной на оставлен-

ных полосах проводится соответствующая обработка почвы, корректировочное внесение минеральных удобрений и сев гречихи. Возможен и другой вариант. Осенью поле полностью засевается озимой рожью. Затем весной, за две недели до сева гречихи, рожь полосно (по указанной выше схеме) скашивают на зеленый корм. Направление ржаных полос по гречишному полю в наибольшей степени должно отвечать защитным функциям, т. е. оно должно быть поперечным к направлению господствующих ветров. Озимая рожь в значительной степени повышает относительную влажность воздуха в посевах гречихи. Она имеет мощно развитую корневую систему, которая глубоко проникает в землю и из подпочвенных слоев «качает» влагу, даже если поверхностный слой почвы иссушен. Транспирационный коэффициент ржи доходит до 585. Это означает, что для образования единицы сухого вещества растения озимой ржи пропускают через себя 585 единиц влаги. При урожайности зерна 40 ц/га и соответствующем количестве соломы растения за вегетационный период выделяют около 2000 т влаги на 1 га. Наибольшая разница (11 15,5%) между относительной влажностью воздуха в посевах гречихи данным способом и традиционным наблюдается в наиболее жаркое время суток. Это очень важно с точки зрения оптимизации условий для роста и развития гречихи. Рожь не только повышает, но и, как высокостебельная культура, сохраняет влажность, т. е. не дает ветрам уносить ее с поля. В результате у гречихи активизируется нектаровыделение, увеличивается лет пчел и других насекомых, повышается опыление, завязываемость цветков и продуктивность растений. Озимая рожь, быстро отрастая весной, создает и своеобразный парниковый эффект (эффект стенки), что повышает температуру почвы на 1 3 С. Это на 7 10 дней сдвигает оптимальные сроки сева гречихи в сторону более ранних, что дает свои преимущества: рост и развитие растений гречихи проходят в более оптимальных условиях, особенно во время цветения и плодообразования. В этих случаях цветение гречихи проходит при менее жаркой погоде и более высокой относительной влажности воздуха, что благотворно сказывается на завязываемости семян. По мере созревания рожь убирают. Это приурочивается к окончанию плодообразования гречихи. Уборка ржаных полос создает более благоприятные условия для циркуляции воздушных масс в гречишном массиве, интенсивнее снижается влажность стеблей и зерна, происходит более дружное дозревание растений. Применение микроклиматического способа возделывания увеличивает урожайность гречихи в 1,5 2 раза, а в отдельных случаях и более по сравнению с традиционными технологиями. Это подтверждается производственными испытаниями в хозяйствах Краснопольского, Кировского, Калинковичского и других районов.

К социально- экологическим инновациям относятся технологии получения биологически чистой продукции растениеводства.

Экологически чистые технологии- это технологии, применение которых не сопровождается загрязнением почвы, поверхностных и грунтовых вод, воздуха, т.е. всего комплекса составляющего экологическую среду обитания, токсическими веществами, нарушающими биологическое равновесие экологической среды. Экологически чистые технологии включают:

- применение умеренных (небольших) доз минеральных, прежде всего азотных удобрений. При этом не происходит загрязнения грунтовых вод нитратами. (Современные подходы в агрохимии).

- применение пестицидов, не накапливающихся в растениях и почве, быстро разрушающихся.

Изначально - термины и определения.

Биологически чистая – это продукция, обладающая (характеризующаяся) химическим составом в его первозданной форме. Т.е. полученный урожай имеет химический состав типичный и свойственный данному виду растений.

Дело в том, что продукция, выращенная с применением высоких доз минеральных удобрений, с широким использованием широкого спектра гербицидов, фунгицидов и инсектицидов может накапливать в себе их остаточные объемы. Так многие пестициды мед-

ленно разлагаются, постоянно накапливаются в почве и растениях. В результате получаемая продукция может быть биологически опасной, вредной для ее потребителей. Особенно опасны для здоровья человека и животных:

- избыточное содержание нитратов в растениях (накапливаются при внесении высоких доз азотных удобрений);
- тяжелые металлы, попадающие в почву с некоторыми минеральными удобрениями;
- радионуклиды;
- остаточные количества пестицидов.

Производство продукции растениеводства, свободной от нитратов

Содержание нитратов не должно превышать ПДК.

Аммиачный азот в растениях накапливаться не может, т.к. ядовит. Накапливать же растения могут без вреда для себя нитратный азот и в достаточно больших количествах. Излишки аммиака в растениях переводятся в нитратную форму.

Для человека же и животных, наоборот, аммиачная форма азота является безвредной, а окислы азота, превышающие определенный уровень, весьма вредны. В чем проявляется эта вредность?

1. Присутствием нитратов блокируется гемоглобин крови. Поэтому нарушается и ухудшается питание кислородом отдельных органов и систем, т.е. для них наступает кислородное голодание. А это в свою очередь приводит к нарушению функционирования голодающих органов и систем. Например, нарушается развитие плода в утробе матери в результате чего возможны выкидыши.

2. Нитраты в организме человека и животных восстанавливаются до нитритов с образованием нитрозоаминов, являющихся сильными концерогенами. Выявлена весьма четкая зависимость: в районах, где давно вносят высокие дозы азотных удобрений, заболевания онкологическими болезнями встречаются значительно чаще, чем в местах, где повышенные дозы азота не применялись.

Допустимая суточная доза нитратов для взрослого человека 300-325 мг NO3.

Избыток нитратов в растениях имеет место только в случаях, когда вносятся минеральные или органические удобрения, содержащие азот. Но на почвах только с естественным плодородием, без применения удобрений высокий урожай не получить. Поэтому в современных условиях осуществления интенсификации применение повышенных доз удобрений и прежде всего азотных, обеспечивающих высокую отдачу является важнейшей составляющей. Отсюда необходимость контроля за количеством нитратного азота в продуктах питания.

Применение повышенных доз азотных удобрений влечет за собой и другую проблему. Дело в том, что урожайность зерна порядка 60-70-80 ц/га предполагает внесение 300-400 кг азота на 1 га и даже больше. Легкорастворимые соли нитратов вымываются и попадают в грунтовые воды. Насыщенные нитратами воды непригодны для питья. Пригодная для питья вода должна содержать их не более 45 мг/литр.

Применение высоких доз азота сопровождается нарушением биологического равновесия в почвах: усиливается минерализация гумуса и как результат падает плодородие почвы.

Итак, высокие дозы азотных удобрений обеспечивают:

- повышение урожайности, но только в определенный момент;
- нарушение экологического равновесия;
- снижение плодородия почв;
- ухудшение качества продукции.

Альтернативой минеральному азоту может быть только биологический азот. Однако в нашем земледелии доля биологического азота составляет примерно 5%, что чрезвычайно мало. Считается, что при создании благоприятных условий для фиксации биологического

азота, доля его может быть увеличена в 6-7 раз и достигать примерно 35%. Известно, что азот воздуха фиксируют:

1. Свободно живущие в почве (на корнях, надземных органах, на поверхности почвенных частиц) микроорганизмы;

2. Симбиотические микроорганизмы.

Ни те, ни другие не накапливают нитратный азот, нет загрязнения, плодородие почв с их участием не падает, а растет. Способностью к образованию симбиотических систем обладают, прежде всего, растения из семейства Бобовые. (При определенных условиях могут и растения других семейств).

Как активизировать фиксацию и накопление биологического азота? Пути активизации бобово-ризобиольного симбиоза:

1. Для каждого вида бобовых культур, даже сорта, подобрать наиболее продуктивные виды и штаммы микроорганизмов;

2. Клубеньковые бактерии очень чутки к реакции почвенного раствора. Поэтому требуется создание оптимальной реакции почвы или необходимо подобрать штаммы и культуры (сорта) соответственно фактической реакции почвы.

3. Необходимо обеспечить оптимальную влажность почвы (Для однолетних бобовых - в период налива семян, для многолетних трав в течение всей вегетации). Либо же надо подобрать системы «растение - азотофиксирующие бактерии», устойчивые к временному недостатку влаги.

4. Оптимальный уровень фосфорного и калийного питания. При недостатке этих элементов питания в почве необходимо внести их в виде минеральных удобрений.

5. Обеспеченность почв микроэлементами не ниже среднего уровня. Особенно важны бор и молибден. При низком уровне их содержания - вносятся с удобрениями. Возможен лимит железа, цинка, кобальта.

6. Азотфиксация аэробный процесс: на 1 $см^3$ фиксированного азота воздуха расходуется 3 $см^3$ O_2. Отсюда необходима оптимальная плотность почвы, обеспечивающая активный газообмен почвенного и атмосферного воздуха.

7. Активность симбиоза снижает все, что снижает фотосинтез - сорняки, болезни, вредители, низкое качество выполняемых агроприемов, низкое качество семян, несвоевременность и низкое качество выполнения работ.

Отсюда задачи:

- технологически создать оптимальные условия среды обитания;

- совершенствование структуры посевных площадей, увеличение доли бобовых культур, но не допустить и перенасыщения (вспомним клеверутомление!, судьбу желтого люпина!).

Технологии производства продукции растениеводства, свободной от пестицидов

Ущерб урожаю, наносимый вредными организмами (вредители, болезни, сорняки), огромен. Агрономическая практика и наука выработали за многие годы систему различных методов борьбы с ними.

- **агротехнические приемы:**

- севооборот (прежде всего, снижает запасы вредных организмов);

- своевременная и правильная система обработки почвы;

-механическое уничтожение сорняков - прополка;

- при очень высокой засоренности полей введение в севообороты паровых полей;

- включение в севооборот в качестве промежуточных сидеральных культур растений из семейства капустные, выполняющих санитарные функции;

- устройство ловушек с приманками.

Новый этап — применение химических средств — их многие сотни и тысячи.

Пестициды в той или иной мере опасны для здоровья человека и животных. Наиболее опасны пестициды стойкие, с длительным периодом детоксикации, способные проникать в растения и накапливаться в них.

По современным представлениям «хорошие», что ли, пестициды должны отвечать таким требованиям:

- обладать узкой избирательной способностью;
- иметь короткий период детоксикации (2-8 недель);
- радикалы пестицидов не должны быть токсичными для теплокровных;
- пестициды не должны накапливаться в растениях.

Однако большинство пестицидов, применяемых в настоящее время, этим требованиям не отвечают. Так, период детоксикации - как правило - 5-6 мес, а у некоторых доходит до нескольких лет – (2-3 года). Накапливаясь в растениях, они с продуктами растениеводства, попадают в организм человека и животных, вызывают там нарушение физиологических функций, обмена веществ. Остаточное количество пестицидов в растительных продуктах должно быть под постоянным контролем. (А также в почве, воде, воздухе, как сейчас говорят, необходим «мониторинг»).

В случаях, когда при возделывании тех или иных культур применялись стойкие пестициды, рекомендуется, а точнее необходимо, провести анализ почв на остаточное содержание пестицидов. На основании этого анализа составляется картограмма полей, на основании которой корректируется структура посевных площадей и размещение культур по полям. На загрязненных полях следует возделывать культуры, урожай которых используется на технические цели или семена.

Загрязненные поля должны находиться под постоянным токсикологическим контролем до полной их детоксикации. Ускорению детоксикации способствует внесение повышенных норм органических удобрений – усиливается микробиологическая деятельность почв. Аналогично действие сидератов, соломы, внесенной с минеральными азотными удобрениями.

Мировая практика получения биологически чистых продуктов растениеводства (+ животноводства) предусматривает создание нормативной базы для оценки уровня загрязнения почв. Обычно устанавливают три уровня концентрации в почве вредных химических соединений: фоновый, повышенная концентрация и концентрация пороговая. Разработан регламент содержания различных веществ.

Альтернативу технологиям, основанным на широком применении пестицидов, с целью снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду, могут составить:

1. Строго соблюдать дозы, сроки, способы применения пестицидов. Подбирать пестицид для каждого конкретного случая и поля. При этом следует использовать пестициды с узкой избирательной способностью и коротким периодом детоксикации, пестициды, радикалы которых нетоксичны для теплокровных животных и человека.

2. Биологические методы борьбы с вредными организмами. В частности разведение и использование паразитов вредных насекомых, патогенных микроорганизмов, феромонов (половых гормонов насекомых), растений аллелопатов (овес, крестоцветные), нематод, т.е. санитаров.

3. Агротехнические методы борьбы.

Производство продукции растениеводства, свободной от радионуклидов и тяжелых металлов

Опыты с радиоактивными изотопами. Повышение урожайности. После аварий, атомное оружие, взрывы атомных станций, нарушения охранных мероприятий - уровень радиации значительно повысился, отдельные территории загрязнены радионуклидами.

Пестрота территорий по степени загрязнения.

Слабозагрязненными считаются территории при загрязнении почвы (цезий - 137) до 5 Ku/км^2. Такое излучение не оказывает сколько-нибудь (заметного) уловимого отрицательного влияния на растения и животных. На этих почвах можно возделывать все культуры, применяя традиционные технологии.

5-15 - среднезагрязненные. Продукция растениеводства пригодна для пищевого использования. Она подвергается выборочному радиационному контролю.

15-40 Ku/км^2– сильнозагрязненные почвы. На этих почвах можно выращивать сельскохозяйственные растения. Однако для получения продукции с содержанием цезия не выше допустимого уровня необходимо обязательно проводить специальные защитные мероприятия. Продукция должна подвергаться строгому радиационному контролю.

больше 40 Ku/км^2 - высокозагрязненные почвы. Угодья с таким уровнем загрязнения должны выводиться из севооборота. Здесь можно размещать семенные посевы (особенно многолетние травы), культуры, используемые на технические цели (кроме льна).

В зависимости от того, какова степень загрязнения почвы (и воды) радионуклидами, они в разных объемах накапливаются в растениях.

Разработаны ВДУ (временно допустимые уровни) накопления радионуклидов в растениях и продуктах животноводства.

Более опасны радионуклиды стронция 90, чем цезия 137. Поэтому ВДУ на него, на порядок ниже.

Цезий - калий

Антагонист стронция - кальций.

Кормление и реабилитация животных.

Специальные мероприятия.

При содержании радионуклидов 15-40 Ku/км^2 поступление их в растения можно снизить с помощью известкования: Са антононист стронция.

Повышение содержания K_2O в почве в несколько раз снижает поступление цезия. Лучше использовать калийные удобрения, не содержащие С1, нежелательно применять 40% калийную соль. (С1-ион уносит в подпахотный горизонт катион Ca^{++}).

Внесение азотных удобрений, особенно в повышенных дозах, стимулирует усвоение катионов цезия и стронция. Эффективен биологический азот (при условии достаточного содержания в почве Р и К, а также Са, а также В, часто Мо + инокуляция).

Внесение навоза снижает накопление цезия 137 в культивируемых растениях. А вот компост на основе кислого торфа - наоборот увеличивает переход цезия в растения из почвы. Т.е. торф надо в данном случае известковать.

Первоначально глубокая вспашка, а потом чизелевания - чтобы не выворачивать…….

Исключить междурядные обработки - пыль.

Производство продукции растениеводства свободной от тяжелых металлов.

Наиболее опасные для здоровья человека тяжелые металлы: ртуть, свинец, мышьяк, цинк, олово, сурьма, никель, молибден, медь, кадмий, кобальт, барий, хром.

При проведении агрохимических обследований почв анализ на содержание тяжелых металлов не проводится. И, следовательно, таких картограмм нет. Поэтому, при необходимости химический анализ почвы того или иного поля проводится индивидуально в частном порядке. ПДК подвижных тяжелых металлов установлены. Для большинства из них они составляют 20-60 мг/кг почвы. Хотя для Zn - 230. Также разработаны ПДК концентрации тяжелых металлов в продуктах питания, мг/кг. Для большинства 0,1-0,5 мг (Хотя для Zn - 10-50, Cu - 5-10).

Снизить поступление тяжелых металлов в растения можно:

- за счет известкования снижается поступление двух валентных тяжелых металлов (кобальт, никель, цинк, ртуть, кадмий);
- надо довести pH до 6,5-6,8;
- снизить поступление одновалентных тяжелых металлов (хром, никель) можно за счет значительного повышения в почве содержания K_2O - до 130-150 мг/кг почвы;

- не применять минеральные удобрения, в состав которых входят тяжелые металлы;
- выращивать культуры, которые минимально потребляют тяжелые металлы;
- на сильно загрязненных полях выращивать культуры, предназначенные для получения семян и на технические цели.

Периодически следует контролировать продукцию на содержание тяжелых металлов.

Пестициды. Скажем коротко, необходим дифференцированный подход.

Расширение посевов зерновых бобовых культур как системный фактор оптимизации производства зерновых

Соотношение посевов зерновых культур к зернобобовым в Беларуси составляет 7-7,5 : 1, в то время как в США – 2,5 : 1. Системное значение зернобобовых проявляется в том, что они производят на единице площади, больше белка, качество и усвояемость которого выше зерновых злаков, дают самый дешевый белок. Особенностью их является включение в биологический круговорот азота воздуха. Зернобобовые являются хорошими предшественниками для большинства сельхозкультур, включая зерновые злаки. Ставится задача довести площадь посева зернобобовых в республике до 350 тыс. га или 15 % от площади зерновых.

На рис. 10 представлены основные причины низкой урожайности зернобобовых.

Рисунок 10. Причины недобора урожая зернобобовых

Ниже представлены новые сорта зерновых бобовых культур:

Люпин узколистный

ЯРЫК. Сорт зернового направления использования с редуцированным симподиальным ветвлением первого порядка. Относится к разновидности var. candidus. Обладает средним начальным темпом роста, среднеспелый. Отличительные апробационные признаки: листья и стебель зеленые, цветки и семена чисто белые. Высота растений 56-65 см, масса 1000 семян 122-130 г, длина вегетационного периода 89-109 суток. Содержание белка в зерне 33,0-35,0%, алкалоидов 0,023 -0,034%. В среднем за 3 года (2016-2018 гг.) сорт превысил контрольный на 8,1 ц/га. Потенциальная урожай-

ность семян – 65,8 ц/га. Устойчив к загущению, полеганию, осыпанию, толерантен к антракнозу.

КУПЕЦ. Сорт универсального направления использования, с нередуцированным обычным типом ветвления (дикий тип) обладающий быстрым темпом начального роста. Сорт относится к разновидности var. candidus., имеет зеленые семядоли, листья и стебель, цветки белые, семена белые. Бобы перед созреванием розовые, внутренний эпидермис созревшего боба оранжевый.
Сорт среднеспелый, период вегетации 88-107 суток. Масса 1000 семян 179-190 г., содержание белка в семенах 32-34%, алкалоидов 0,02-0,04 %. В среднем за 3 года (2016-2018 гг.) сорт КУПЕЦ превысил сорт Миртан по урожайности семян на 9,9 ц/га, сухого вещества на 12,3 ц/га. Устойчив к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, высоко-толерантен к антракнозу.

ВАНЮША. Сорт Ванюша универсального направления использования с редуцированным симподиальным ветвлением метельчатого типа. Обладает средним темпом начального роста. Сорт высокорослый–95–110 см, позднеспелый. Период вегетации 105–115 суток. Склонен к яровизации. Под воздействием низких температур уменьшается высота растений, сокращается период вегетации. Средняя масса 1000 семян 130–150 г. Семена содержат 32–34 % белка, алкалоидов 0,03–0,06 %. Потенциальная урожайность семян 58 ц/га. Устойчив к загущению, полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, толерантен к вирусным болезням (ЖМФ, ОМ) и антракнозу. Допущен к использованию с 2017 г. по Витебской, Гродненской, Минской областям.

ГУСЛЯР. Сорт универсального (зернового и зеленоукосного) направления использования с редуцированным симподиальным ветвлением псевдодикого типа. Обладает средним темпом начального роста и развития. Высота растений 65–75 см, среднеспелый. Длина вегетационного периода 95–105 суток. Масса 1000 семян 150–155 г. Содержание белка в зерне 32–34 %, алкалоидов 0,03–0,05 %. Устойчив к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, толерантен к вирусным болезням (ЖМФ, ОМ) и антракнозу. Допущен к использованию с 2017 г. по Витебской, Гродненской, Минской областям.

АЛЬЯНС. Сорт с нередуцированным обычным типом ветвления (дикий тип). Обладает быстрым темпом роста и развития, раннеспелый. Обладает высокой однородностью, стабильностью. Устойчив к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, фомопсису, толерантен к вирусным болезням (ВЖМФ и ВОМ), высоко- толерантен к антракнозу. Масса 1000 семян данного сорта 135–155 г, длина вегетационного периода 97–105 суток. Содержание белка в семенах находится на уровне 32–34 %, алкалоидов 0,03–0,06 %. В государственном сортоиспытании максимальная урожайность семян 51,0 ц/га была получена в 2017 году на Лепельской СС, а в среднем за три года испытания составила 38,7 ц/га. Максимальный урожай сухого вещества был получен в 2018 году на Грецкой СС –114 ц/га и Жировичской СС–95,8 ц/га. Допущен к использованию с 2019 г. по Брестской, Витебской, Гомельской, Могилеской областям.

Желтый люпин

АЛТЫН 4. Сорт зернового направления использования с симподиальным ветвлением, обладающий средним темпом начального роста. Масса 1000 семян 130–142 г, содержание белка в семенах 39–41 %. Сорт раннеспелый, период вегетации 92–97 суток. Созревание бобов на растении дружное. В Государственном сортоиспытании в среднем за 3 года (2016–2018 гг.) сорт Алтын 4 дал урожайность семян 23,7 ц/га, превысив конрольный сорт на 3,7 ц/га. Среднюю урожайность семян за 3 года сортоиспытания (32,4 ц/га) сорт Алтын 4 беспечил на ГСУ «Горецкая СС». Максимальная урожайность семян 40,2 ц/га получена в 2018 г. на ГСХУ «Жировичская СС». Допущен к использованию с 2019 г. по всем областям РБ.

Горох полевой

СТИМУЛ. Сорт зернофуражного направления использования, среднерослый, длина стебля 75-80 см. Устойчив к полеганию за счет усатого типа листа. Устойчивость к полеганию оценивается в 3,6-5,0 балла, осыпанию 4,2-5,0 балла. Среднеспелый, вегетационный период составляет 77-92 дня. Масса 1000 семян 183-250 граммов, содержание сырого белка в семенах – 24-25%. Сбор белка с гектара – 7,6 ц/га. Высокопродуктивный, в среднем за три года (2018-2020 гг.) в конкурсном сортоиспытании урожайность зерна составила 47,3 ц/га, в ГСИ – 36,4 ц/га. Максимальная урожайность зерна – 60,1 ц/га получена в 2022 году в государственном сортоиспытании на ГСХУ «Лепельской СС».

СПРИНТ. Сорт среднерослый, длина стебля 82-85 см. Устойчив к полеганию за счет усатого типа листа, прилистники имеют антоциановую окраску. Окраска цветка фиолетовая. Среднеспелый, вегетационный период составляет 88-92 суток. Максимальное количество семян в бобе 8 шт. Семена округло-овальной формы, неосыпающиеся.Масса 100 семян 195-235 грамм, содержание сырого белка в семенах – 24%. Сорт отличается дружным созреванием, имеет хороший стартовый рост, устойчив к полеганию. Максимальная урожайность в конкурсном сортоиспытании получена в 2017 и 2018 годах 45,0-45,2 ц/га, в среднем за три года составила 40,3 ц/га, что на 4,9 ц/га выше стандарта.

КАПРАЛ. Сорт зернофуражного направления использования, среднерослый, длина стебля 72-79 см. Устойчив к полеганию за счет усатого типа листа. Окраска цветка фиолетовая. Среднеспелый, вегетационный период составляет 78-92 дня. Масса 1000 семян 194-235 граммов, содержание сырого белка в семенах – 23-24%. Сбор белка с гектара – 7,0 ц/га. Максимальная урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании получена в 2018 году 46,9 ц/га, в среднем за три года составила 44,1 т/га, что на 0,65 т/га выше контроля. Средняя урожайность зерна в ГСИ – 34,4 ц/га, максимальная урожайность – 47,1 ц/га получена в 2022г на ГСХУ «Лепельской СС».

МАРАТ. Сорт кормового направления использования, предназначен для использования на зернофураж. Сорт среднеспелый, длина вегетационного периода 85–90 дней, длина стебля 75–85 см, листочковый. Окраска цветка фиолетовая. Масса 1000 семян 230–245 граммов. Содержание сырого белка в семенах находится на уровне–23 %. Потенциал урожайности –50–55 ц/га зерна, 105–120 ц/га сухого вещества. Достоинства сорта: высокая потенциальная урожайность семян и зеленой массы; пригоден для использования в смесях. Допущен к использованию с 2017 г. по республике.

Горох посевной

ПРЕЗЕНТ. Сорт среднеспелый, предназначен для использования на зернофураж. Вегетационный период составляет 85–92 дня. Стебель зеленый, простой, обычной формы, имеет усатый тип листа. Сорт среднерослый, длина стебля 85–90 см. Сорт устойчив к полеганию за счет усатого типа листа и достаточно коротких междоузлий. Окраска цветка белая. Семена округло-овальной формы с признаком неосыпаемости. Масса 1000 семян 210–240 граммов, содержание сырого белка в семенах –23 %. Потенциал урожайности– 55–60 ц/га. Достоинства сорта: высокий потенциал продуктивности семян; высокая устойчивость к полеганию и осыпанию семян, характеризуется быстрым стартовым ростом, что повышает конкурентоспособность перед сорняками, дружно созревает.

С 2019 года сорт гороха Презент внесен в Государственный реестр РБ и допущен к использованию по всем областям.

Люпин узколистный предпочитает песчаные, супесчаные и легкосуглинистые почвы. Оптимальная реакция среды для узколистного люпина pH_{KCl} – 5,0–5,6, а люпина желтого – pH_{KCl} – 4,5–5,0. Люпин узколистный переносит pH_{KCl} от 4,5 до 7,5.

Горох предъявляет более высокие требования к плодородию почв, чем люпин, он лучше растет на связных по гранулометрическому составу почвах, хорошо реагируют на из-

весткование. Он хорошо реагируют на внесение фосфорно-калийных удобрений, повышает урожайность семян, увеличивает фиксацию азота из атмосферы. Горох принадлежит к группе культур, которые хорошо используют запасы фосфора в почвах.

Люпин является типичным хлорофобом. Эта культура более или менее равномерно потребляет питательные вещества почвы и удобрений. Люпин заканчивает потребление элементов питания при созревании бобов на главном стебле.

Указанные биологические особенности определяют потребность люпина в минеральных удобрениях. В среднем на 1 т семян и соответствующего количества побочной продукции люпин выносит 84,3 кг азота, 19,9 кг P_2O_5 и 44 кг K_2O.

На 1 т основной продукции с учетом побочной горох выносит 58,5 кг азота, 14 кг P_2O_5, 29,0 кг K_2O, 24 кг CaO, 4,8 кг MgO и 10,5 кг SO_4. У гороха максимум накопления элементов питания происходит к концу вегетации.

Система удобрения горха и люпина минеральная, двучленная, включающая основное внесение и некорневую подкормку микроудобрениями.

Высокую потребность в азоте люпин удовлетворяет фиксацией клубеньковыми бактериями из воздуха и поглощением из почвы. Обычно он не нуждаются во внесении азотных удобрений.

Внесение под зернобобовые азотных удобрений нерационально. Как исключение, на почвах с низким плодородием (гумуса менее 1,5 %), в условиях прохладной затяжной весны, если в стадии 3–4 листьев нет биологически активных клубеньков (в разрезе они должны быть розового цвета), вносят 20–30 кг/га азота.

Дозы внесения фосфорных и калийных удобрений зависят от планируемой урожайности и содержания доступных форм этих веществ в почве (табл. 8).

Люпин – типичный хлорофоб и калийные удобрения, содержащие хлор рекомендуется на связных почвах вносить с осени. Лучший срок внесения фосфорных и калийных удобрений – осенью под зяблевую вспашку. На легких почвах, где это невозможно из-за опасности вымывания калия, хлористый калий необходимо вносить рано весной под первую культивацию.

Характерной особенностью люпина, особенно желтого, является устойчивость к повышенной кислотности почвенного раствора и негативное отношение к избытку кальция.

Таблица 8 – **Дозы минеральных удобрений под горох и люпин на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Удобрения, кг/га д. в.*	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (зерно), ц/га			
		15–20	21–25	26–35	36–40
Фосфорные	Менее 100	50–70	70–90	х	х
	101–150	40–60	60–80	80–90	х
	151–200	30–45	45–60	60–75	70–90
	201–300	20–30	30–40	40–50	50–60
	301–400	–	10–15	10–15	15–20
Калийные	Менее 80	80–100	100–120	х	х
	81–140	70–90	90–110	110–130	х
	141–200	60–70	70–90	90–110	110–130
	201–300	40–60	60–80	80–100	100–120
	301–400	–	20–30	30–40	40–50

* Для дерново-подзолистых супесчаных и песчаных на песках почвах поправочный коэффициент к дозам, приведенным в таблице составляет по P_2O_5 – 0,9 и K_2O – 1,1.

При этом из-за антагонизма между калием и кальцием значительно ухудшается калийный режим питания. Поэтому на произвесткованных участках дозы внесения калия необходимо увеличить на 20–30 % по сравнению с расчетными на планируемый урожай. Чтобы избежать отрицательного действия известкования почвы на урожайность люпина, его в севообороте необходимо проводить за 3–4 года до того, как на данном поле будет возде-

лываться эта культура.

Лучшая форма известковых удобрений – доломитовая мука. На дерново-подзолистых почвах положительное влияние на урожайность семян люпина оказывают микроэлементы бор и молибден, активизирующие процесс симбиотической фиксации азота. В фазе бутонизации рекомендуется некорневая подкормка бором и молибденом в дозе по 50 г/га д. в. Микроудобрения рекомендуется применять в составе баковой смеси с инсектицидами. Возможна обработка семян борной кислотой и молибдатом аммония. Можно проводить некорневые подкормки также микроудобрениями Эколист моно Бор и Адоб Бор в дозе 0,3 л/га в баковой смеси с инсектицидами. Для улучшения азотфиксации проводится предпосевная обработка 1 т семян люпина рабочей смесью: 1 л Сапронита + 10 л воды (непосредственно перед посевом).

Подготовка семян к посеву. К посеву допускаются только кондиционные семена с высокими посевными качествами, которые регламентируются Государственными Стандартами Республики Беларусь и контролируются Государственными семенными инспекциями.

Перед посевом, с целью предотвращения поражения семян и растений на начальных стадиях развития грибными заболеваниями, вредителями и для стимулирования роста люпина, проводится предпосевная обработка кондиционных семян, лучшим способом которой является инкрустация семян, которая применяется за 10–15 дней до посева и заключается в использовании пленкообразующих веществ типа Na КМЦ или ПВС в дозе 200 г/т или 500 мл/т семян соответственно и микроэлементов В и Мо в виде борной кислоты (300 г/т) и молибдата аммония (250 г/т). Эффективна также некорневая подкормка гороха в фазе бутонизации бором в дозе 50 г/га и марганцем – 50 г/га д. в. Марганец эффективен на почвах с pH_{KCl} больше 6,0.

Сроки и способы посева, нормы высева. Оптимальным сроком посева кормового люпина является время, когда почва прогреется до 7–9 ºС и хорошо рыхлится. Этот период совпадает с массовым севом ранних яровых зерновых культур и в зависимости от зоны наступает во 2–3 декаде апреля. На зеленый корм люпин можно высевать несколько позднее – до 10 мая. Наиболее распространенным является узкорядный или рядовой способ посева, однако для размножения новых сортов или при дефиците семян можно использовать широкорядный или ленточный способ посева. Оптимальной нормой высева при рядовом посеве является 1,0–1,2 млн. всхожих семян/га, что составляет 150–170 кг/га. При возделывании новых сортов узколистного люпина с детерминантным и эпигональным типом ветвления норма высева увеличивается до 1,4–1,6 млн./га.

Благоприятные условия для его посева наступают при прогревании почвы до +4…+6 ºС, что в зависимости от климатической зоны республики соответствует 2–3 декадам апреля, 1 декаде мая. Ранние сроки посева обеспечивают прорастающие семена и молодые растения необходимым количеством влаги, способствуют снижению повреждения посевов болезнями и вредителями, вступлению растений гороха в ответственные фазы цветения и плодообразования при оптимальном режиме освещения, а также позволяют проводить уборку в благоприятных погодных условиях.

Наиболее распространенным способом посева гороха является обычный рядовой с расстоянием между рядками 12–15 см, также возможен и узкорядный способ посева. Широкорядный способ посева практически не применяется, но он имеет преимущества при размножении новых и перспективных сортов, значительно увеличивая коэффициент размножения дефицитных семян. Для посева гороха используют пневматические универсальные сеялки СПУ-4, СПУ-6, С-6.

Более прогрессивным и энергосберегающим является использование комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов типа АПП-3, АПП-3-01, АПП-6, «Amazone», «Lemken», «Rabe» и другие агрегаты зарубежного производства, которые одновременно проводят предпосевную обработку почвы и посев.

Для длинностебельных сортов с обычным (листочковым) морфотипом оптимальная норма высева составляет 1,2–1,5 млн. всхожих семян на гектар, причем нижние пределы

рекомендуются на более плодородных, связных почвах, а верхние на почвах с легким гранулометрическим составом и пониженным плодородием. Короткостебельные и усатые (безлисточковые) сорта требуют формирования более загущенных посевов и поэтому оптимальная норма высева для них составляет 1,5–1,8 млн. всхожих семян на гектар. В зависимости от массы 1000 зерен, штучного коэффициента высева и посевной годности семян весовая норма высева может колебаться от 200 до 400 и более кг/га.

Так как при появлении всходов горох не выносит семядоли на поверхность почвы, глубина заделки его семян составляет на суглинках 4–5 см, на супесях 5–6 см. При дефиците влаги в верхнем слое почвы на момент посева она может быть увеличена на 1–2 см.

Уход за посевами кормового люпина сводится главным образом к борьбе с почвенной коркой и сорной растительностью. Если после посева проходят обильные дожди, то для предотвращения появления почвенной корки, после подсыхания, нужно провести боронование сетчатыми или легкими боронами поперек или по диагонали к направлению посева. Семена при этом должны находятся в набухшем или наклюнувшемся состоянии (корешок не более 0,5 см). Эта операция также способствует уничтожению прорастающих сорняков, для борьбы с которыми можно проводить и повсходовое боронование в фазе 3–4 настоящих листьев люпина, когда он имеет мощную корневую систему и не повреждается. Однако основным методом борьбы с сорняками является применение гербицидов, для чего до появления всходов люпина проводят опрыскивание почвы.

После посева до всходов люпина для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорняками можно обработать почву препаратами: гамбит, СК (3 л/га); гезагард, КС (3–5 л/га); прометрекс ФЛО, КС (3 л/га); пивот, 10 % в.к. (0,5–1 кг/га); тапир, ВК (0,5–0,8 л/га, семенные посевы); зенкор, ВДГ (0,5–0,75 кг/га); зенкор ультра, КС (0,35–0,6 л/га); лазурит, СП (0,3–0,5 кг/га). При применении гербицидов гезагард, КС ипрометрекс ФЛО, КС следует учитывать, что они сдерживают прорастание сорняков 2–4 месяца в зависимости от влажности почвы (выше влажность, больше эффект).

В фазе двух настоящих листьев люпина узколистного и семядольных листьев однолетних двудольных сорняков рекомендуется опрыскивание посевов гербицидом пилот, ВСК (2 л/га).

Посевы люпина узколистного против однолетних (фаза2–4 листа) и многолетних (высота пырея ползучего 10–15 см) злаковых сорняковрекомендуется опрыскивать граминицидами: пантера, 4 % к.э. (0,75–1 л/га, семенные посевы); скат, КЭ (0,75–1 л/га, семенные посевы); агросан, КЭ (1–2 л/га); миура, КЭ (0,4–0,8 л/га); форвард, МКЭ (0,6–1,8 л/га); таргет супер, КЭ (1–2 л/га).

Гербицидом пивот, 10 % в.к. (0,5–1 кг/га) против однолетних и многолетних злаковых и некоторых однолетних двудольных сорняков рекомендовано опрыскивание почвы в течение 2–3 дней после посева гороха или сорняков в фазе 3–6 листьев гороха (на зерно). Против однолетних двудольных сорняков в фазе 2–3 настоящих листьев гороха (высота растений 10–15 см) можно проводить химпрополку препаратами на основе МЦПА кислоты: агритокс, в.к. (0,5–0,8 л/га, на зерно); агроксон, ВР (0,5 л/га); гербитокс, ВРК (0,5–0,8 л/га, на зерно); кортик, ВР (0,6–0,9 л/га, на зерно). Против однолетних двудольных сорняков, в т. ч. устойчивых к 2М-4Х, на горохе эффективны гербициды базагран М, 375 г/л в.р. (3 л/га) в фазе 2–3 листа культуры; базагран, 480 г/л в.р. (3 л/га, на зерно) в фазе 5–6 листьев.

При первых признаках болезней люпина и гороха посевы необходимо обработать одним из фунгицидов: азимут, КЭ (1 л/га, семенные посевы); амистар экстра, СК (1 л/га); прозаро, КЭ (0,8–1 л/га); терсел, ВДГ (2,5 кг/га); абаронца, СК (0,5 л/га); импакт, КС (0,5 л/га); импакт, СК (1 л/га); солигор, КЭ (0,8 л/га); страйк, КС (0,5 л/га); импакт эксклюзив, КС (1 л/га); импакт супер, КС (0,5–1 л/га); фоликур БТ, КЭ (1 л/га); страж, КС (0,5 л/га, семенные посевы).

При дождливой погоде и пониженных температурах во второй половине лета, а также при повышенной засоренности посевов создаются неблагоприятные условия для созревания растений люпина, растягивается вегетационный период и затрудняется его уборка на

семена. В таких случаях для улучшения условий уборки, сокращения потерь и повышения качества зерна люпина проводят дефолиацию или десикацию посевов. При необходимости быстрого приведения посевов к уборочной готовности проводится *десикация*: посевы опрыскивают препаратом реглон супер, ВР (2–3 л/га) в период побурения 80 % бобов. В этом случае уборку можно проводить через 4–5 дней после обработки. Для более длительного дозревания растений, во время которого происходит отток питательных веществ из стеблей и листьев в семена, что повышает массу 1000 семян и их урожайность, проводится *дефолиация* посевов при побурении ½ бобов на растении и пожелтении зародышевого корешка. При дефолиации применяют пониженные нормы расхода препарата реглон супер, ВР (1–1,5 л/га). После проведения данных обработок солому люпина нежелательно использовать на корм животным.

В фазу бутонизации – начале цветения – завязывания бобов у растений люпина и гороха в борьбе с вредителями посевы, при необходимости, опрыскивают инсектицидами: БИ-58 новый, КЭ (0,5–1 л/га, семенные посевы); данадим эксперт, КЭ (0,8–1 л/га, семенные посевы); рогор С, КЭ (1–1,5 л/га); децис профи, ВДГ (0,02–0,03 кг/га, семенные посевы).

Уборка урожая. Лучшим способом уборки является прямое комбайнирование во время полного созревания семян на центральной кисти. Комбайны для уборки люпина должны быть отрегулированы и снабжены специальными приспособлениями: копирующим мотовилом с удлиненными до 40 см пальцами для снижения обламывания и потери бобов, а также приспособлениями ПЛЗ-5 и 65-136, с помощью которых сразу при уборке отделяются крупные недозревшие семена. Не полегшие, прямостоячие посевы можно убирать с поднятым мотовилом, что также снижает потери бобов. Число оборотов молотильного барабана не должно превышать 600–700 в минуту.

Сразу после уборки зерновую массу люпина необходимо подвергнуть первичной очистке для отделения недозревших семян, частей стеблей, сорной и минеральной примесей, имеющих высокую влажность, на очистителях вороха самопередвижных ОВС-25 или стационарных ОВС-25С, для этих целей также можно использовать машины первичной очистки зерна ЗВС-20А, МПО-50, МПО-60. Затем, при повышенной влажности, предварительно очищенное зерно необходимо подсушить на сушилках активного вентилирования, которые обеспечивают наиболее мягкий режим сушки. Температура теплоносителя для семян зернобобовых культур не должна превышать 30–35 ºС. Лучше всего закладывать на хранение семена люпина при влажности на 2 % ниже стандартной, то есть 13–14 %.

Микрорельефный способ посева бобово-злаковых зерносмесей

Основной причиной, сдерживающей расширение площадей, является низкая урожайность посевов зернобобовых культур. Несмотря на то, что в системе госсортоиспытания и в передовых хозяйствах урожайность семян люпина узколистного составляет более 26 ц/га, а гороха более 31 ц/га, в целом по республике их урожайность значительно ниже. Одним из резервов увеличения индивидуальной урожайности растений зернобобовых культур является их совместный посев с зерновыми злаками: ячменем, овсом, тритикале, пшеницей. Совместное выращивание зерновых злаков и бобовых культур имеет ряд преимуществ перед их монокультурой.

Краеугольным камнем построения системы совместных посевов разных сельскохозяйственных культур является учение Ч. Дарвина, по которому "…борьба почти неизменно будет наиболее ожесточенной между представителями одного и того же вида", так как они нуждаются в одинаковых условиях жизни (свет, влага, элементы питания и др.) в одно и тоже время и имеют одинаковое строение. Ученый доказывал, что наибольшая сумма жизни осуществляется при разнообразии строения растительных организмов.Заявляя, что "… на данном пространстве может ужиться тем больше существ, чем меньше они между собой сходны"

Несовпадение критических периодов потребности во влаге и в элементах питания; различные ярусность расположения и габитус листьев; различные типы корней и способ-

ность некоторых видов (люпин, овсе) усваивать малодоступные для других растений формы фосфора; отсутствие общих болезней и вредителей; симбиотический азот бобовых, который частично может использоваться и злаками – вот лишь основные предпосылки увеличения индивидуальной продуктивности растений обоих компонентов злаково-бобовых смесей по сравнению с посевами каждого из них в чистом виде

Основными проблемами, не позволяющими полностью реализовать преимущества совмещенных и смешанных посевов злаково-бобовых зернофуражных смесей, являются следующие: 1. Зерновые злаки и зернобобовые культуры требуют различных доз внесения азотных удобрений. Первые порядка 120 кг/га, зернобобовые – не более 30-60 кг/га действующего вещества.

2. Ячмень и овес отличаются более быстрыми темпами роста и способны затенять растения гороха и, особенно, люпина и сои в начальные периоды роста и развития.

3. Зернобобовые культуры, особенно при симбиотрофном азотном питании, требуют более высоких температур и большей степени аэрации почвы, по сравнению с зерновыми злаками.

4. Семена гороха требуют более глубокой заделки – 5-6 см (до 8 см), чем семена ячменя и овса – 3-4 см.

5. Существует большая вероятность полегания горохо-ячменных, горохо-овсяных и вико-овсяных зерносмесей.

6. При выращивании гороха и, особенно, люпина, вики в смеси со злаковыми культурами возникает проблема подбора гербицида, который можно применять в эффективной дозе без угнетения одного из компонентов смеси.

7. Зернобобовые культуры, особенно люпин, требуют более глубокого пахотного горизонта почвы, чем зерновые злаки.

8. Возможен ”конфликт интересов” ризосферных микроорганизмов в зоне пересечения функционирующих корней злаков и бобовых.

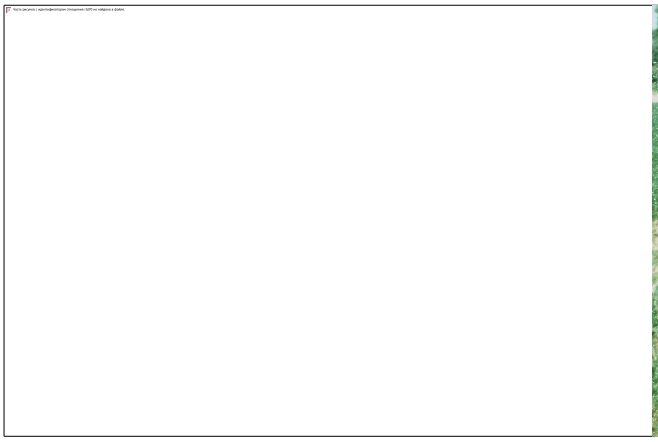
9. Имеет место алеллопатическое воздействие ячменя на проростки люпина.

10. Традиционный способ посева не решает проблем загрязнения окружающей среды пестицидами и минеральными удобрениями на склоновых землях в бассейнах рек и озер.

Для устранения указанных проблем и создания дополнительных преимуществ нами был предложен микрорельефный способ посева злаково-бобовых зерносмесей.

При данном способе, в процессе посева формируются почвенные гребни равнобедренно треугольной формы, в которые высевается бобовый компонент смеси из туковых ящиков сеялки передними сошниками, а злаковый компонент высевается между почвенными гребнями задними сошниками сеялки из семенных ящиков (Фото. 1,2).

Высота гребней равна половине их основания (при использовании сеялки серии СЗ – 14 … 15 см).



Фотография 1. Микрорельефный посев с использованием сеялки СЗУ- 3.6 люпино-

Фотография 2. Микрорельефный посев овсяной смеси

Сформированный микрорельеф почвы вызывает микроклиматические изменения (повышается температура и степень аэрации почвы внутри гребней, увеличивается влажность и понижается температура между почвенными гребнями) и обуславливается целый ряд предпосылок увеличения урожайности обоих компонентов смеси: 1. Площадь поверхности почвы увеличивается на 41 %, что позволяет снизить конкуренцию за свет между компонентами смеси в начальные периоды развития, когда происходит закладка будущих генеративных органов, количество и качество которых зависит, в том числе, и от степени освещенности.

2. Увеличивается продуктивная кустистость и озерненность соцветий злакового компонента смеси в силу того, что между почвенными гребнями концентрируется нитратный азот, повышается влажность почвы и понижается ее температура. В конечном итоге зерновые злаки удлиняют период вегетации, но формируют большую урожайность по сравнению с традиционным способом посева.

3. Увеличение пахотного горизонта и температуры почвы в гребнях, а также активизация симбиотического комплекса за счет усиления аэрации, способствуют увеличению количества бобов на растениях бобовых, количества семян в бобах и массы 1000 семян. Этому также способствует подъем стартовой точки роста бобовых, которые отличаются от злаков более медленным темпом в начальные фазы роста.

4. Семена обоих компонентов смеси высеваются на оптимальную, для каждого из них, глубину.

5. Уменьшаются потери при уборке в случае полегания посевов, так как полегшие растения соприкасаются с почвой только на вершинах гребней, быстрее просыхают, препятствуют прорастанию сорняков, а подъемные пальцы мотовила жатки могут захватывать пласт полегших растения ниже его уровня расположения.

6. Объем почвы с максимальным воздухообменом (0-10 см), при формировании гребней высотой 15 и шириной 30 см, по основанию, увеличивается на 34 %, что активизирует жизнедеятельность полезной аэробной (свободно живущей, ризосферной, симбиотрофной) микрофлоры и может способствовать повышению не только эффективного, но и потенциального плодородия почвы.

7. Дополнительное оборудование сеялки сошниками-окучниками и профилирующе-прикатывающими катками позволяет производить посев после однократной культивации зяби или по весновспашке.

8. Подъем корневой системы бобовых по отношению к корням злаков, теоретически позволяет увеличить долю симбиотического азота получаемого последними за счет прижизненного отмирания корневых волосков и корневых выделений бобовых.

9. Появляется возможность снижения общей нормы минерального азота до 45 кг д.в./га, в т.ч. 30-35 кг/га в виде подкормки в фазу «середина-конец» кущения злаков, поскольку гранулы твердых азотных удобрений скатываются с гребней, по сути, удваивают дозу подкормки для зерновых и не наносят существенного ущерба симбиотическому комплексу бобовых.

10. Чередование рядков бобовых и злаковых культур ограничивает их перезаражение болезнями и вредителями специфичными для каждого из них, что уменьшает обработки посевов фунгицидами и инсектицидами.

11. При микрорельефном способе посева, на поверхности оказывается средний слой пахотного горизонта, наименее засоренный семенами сорняков, что позволяет снизить гербицидную нагрузку посевов.

12. Созданный микрорельеф почвы позволяет производить междурядную поверхностную обработку посевов и полностью исключить применение гербицидов. Важность данного момента заключается не только в возможности ведения органического земледелия, но еще и в том, что в настоящий период нет гербицидов, которые не оказывали бы негативного влияния различной степени на один из компонентов смеси. Особенно это актуально для совместных посевов люпина, вики и зерновых злаков.

13. Исключается вероятность изменения местоположения высеянных семян в почве от воздействия заделывающих механизмов, так как заделка семян между гребнями осуществляется за счет осыпания почвы с гребней после их прикатывания профилирующе-прикатывающими катками сеялки.

14. Появляется дополнительное углекислотное питание растений из-за увеличения поверхности «испарения» CO_2 почвой, но, в конечном итоге, количество CO_2 , ”связанное в урожае”, будет больше ”выделенного” почвой.

15. Посев озимых зерновых и вики озимой поперек господствующих ветров будет способствовать дополнительному снегонакоплению, но более раннему «сходу» снега, после освобождению от снега верхушек гребней.

16. Микрорельефный посев поперек склонов, особенно в бассейнах рек и озер, будет иметь не только противоэрозионное значение, но и предотвратит смывание минеральных удобрений с дождем.

Результаты модельных опытов, в среднем за 5 лет исследований, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – **Урожайность люпина узколистного и овса посевного в чистых и совмещенных посевах, включая на микрорельефе почвы**

Варианты	Люпин, ц/га	Овес, ц/га	Общий сбор с варианта, ц/га	Суммарный (производный) сбор с 2 га, ц/2 га
В –1. Контроль 1. Люпин в чистом виде (1,2 млн. шт/га семян 100 % ПГ)	23,0	-	23,0	59,7
В–2. Контроль 2. Овес в чистом виде (5 млн. шт/га семян 100 % ПГ)	-	36,7	36,7	
В–3. Люпин (0,6 млн. шт/га) + овес (2,5 млн. шт/га семян 100 % ПГ)	11,6	20,5	32,1	64,2
В–4. Микрорельефный вариант (люпин 0,6 млн. шт/га + овес 2,5 млн. шт/га, семян 100 % ПГ)	16,9	28,0	44,9	89,8

Из данных таблицы видно, что при половинной от контроля 1норме высева люпина на варианте с микрорельефом, урожайность составила 73 % от контроля, что на 23 % больше, чем при гладком посеве. Применительно к овсу урожайность составила 76 % от контроля 2, что на 20 % выше, чем на варианте 3.

Микрорельеф почвы как фактор активизации азотфиксирующих Микроорганизмов

Одной из основных ошибок, допускаемых учёными растениеводами при разработке технологий выращивания сельскохозяйственных культур, а возможно и главной ошибкой, является недооценка роли микроорганизмов в жизни растений. Вместе с тем, именно микроорганизмы первыми реализовали диалектическое противоречие между атмосферой и гидросферой, атмосферой и литосферой, основным объектом которого является углерод. Именно ”хаос” углерода, то есть его возможность находиться в разных средах, в силу сложившихся физико-химических условий на планете, и породил жизнь в нынешнем ее виде. Ведь углерод – это единственный химический элемент, который не может находиться в атмосфере в молекулярном или атомарном состоянии. Вся дальнейшая эволюция жизни, масштабы и скорость протекания которой определялись степенью “победы” одной из сред планеты в “битве” за углерод, осуществлялась микроорганизмами. Появление первых корневых растений способствовало ускорению процессов почвообразования на несколько порядков. Получается, что почвенные микроорганизмы не какие то “приспособ-

ленцы", питающиеся "подачками" растений, а полноправные их хозяева, осуществляющие перевод углерода из атмосферы в литосферу посредством растений.

Американскими учёными установлено с использованием меченного CO_2, что до 40% общей сухой массы, которая продуцировалась растениями, поступило в ризосферу с корневыми выделениями. При этом исследователи отмечают определяющую роль данного углерода в метаболизме микроорганизмов ризосферы и циклов превращения соединений азота, фосфора и серы. А ведь еще в почву поступает углерод от прижизненного отмирания корневых волосков, корневых и пожнивных остатков.

В стратегическом аспекте все имеющиеся в данной почве микроорганизмы необходимы для динамического равновесия. В тактическом плане, а именно для повышения эффективного почвенного плодородия в конкретном вегетационном периоде, необходима активизация аэробных микроорганизмов в пахотном горизонте. Аэробные микроорганизмы это своеобразные "повара", которые постоянно готовят пищу для растений в виде доступных элементов питания. Аэробные микроорганизмы преобладают в поверхностном слое 0-10 см, что легко объясняется их повышенными требованиями к наличию кислорода для окислительных реакций в процессе жизнедеятельности. Повышенная микробиологическая активность поверхностного слоя почвы обусловлена ещё и тем, что здесь могут функционировать и анаэробные микроорганизмы в почвенных комочках, а также наличием большого количества органического вещества.

В опытах с меченным углеродом ^{14}C углекислого газа, еще в начале 70-х годов прошлого века, был установлен факт максимального газообмена в верхнем 0-10 см слое почвы, где в течение 1 часа обновление CO_2 воздуха достигало 14-23 %. Тогда как в 10-20 см слое почвы – на 4-5 %, а в слое почвы 40-60 см – менее чем на 1% [2].

При микрорельефном способе посева с высотой гребней 15 см и их шириной по основанию – 30 см, верхний 0 - 10 см объём почвы увеличивается на 34 % и формируются две основные экологические макрониши:

1. Почвенные гребни (зона посева бобовых) с повышенной аэрацией и температурой, пониженной концентрацией нитратного азота, вымываемого в нижние горизонты.

2. Впадины между почвенными гребнями с повышенной влажностью, пониженной температурой и повышенной концентрацией нитратного азота, который активно поглощают злаки, а кислород, проникающий вдоль их корней, препятствует процессам оглеения почвы.

Между основными экологическими макронишами, несомненно, существуют промежуточные микрониши. Последний факт обуславливает возможность ежегодного формирования идеальных "мобильных" экологических ниш для максимальной азотфиксации свободноживущих и ризосферных микроорганизмов (в настоящее время известно более 200 видов ассоциативных азотфиксаторов), чего нельзя добиться при гладком способе посева. В полной мере это относится и к симбиотрофным азотфиксаторам. Уже "на заре" внедрения инокуляции семян бобовых, как нового агроприёма, было отмечено нулевое и даже отрицательное его влияние. По данным Г.Ф. Генералова (1957г.) в 625 опытах проведённых в 25 областях РСФСР, Украины и других республик, положительные результаты получены лишь в 54 % опытов. При этом прибавки урожая 1 ц/га и выше получены лишь в 18,4 % опытов, а в 42 % опытов установлено снижение урожая, в том числе в 11% опытов оно составляло 1 ц/га и более.

Общепризнано, что для успешной симбиотрофной азотфиксации необходим целый ряд условий: наличие вирулентного активного штамма бактерий; оптимальная кислотность почвы (pH – 6-6,5); оптимальная влажность почвы (60 – 100 % ППВ); достаточная аэрация почвы; оптимальная температура почвы (20 - 30° С); отсутствие доступных для растений форм азота (NO_3, NH_4), оптимальная или стимулирующая ризосферная микрофлора и микрофауна. Причём данные факторы достаточно равнозначные и незаменимые. Вполне очевидно, что обеспечить их ежегодное и продолжительное действие при гладком способе посева не представляется возможным. Например, такие почвенные условия как

влажность, температура, степень аэрации и концентрация NO_3 ионов находятся в прямом противоречии. Более глубокий влажный слой почвы, как правило, менее тёплый, менее аэрируемый и содержит большое количество промытого нитратного азота, а поверхностный слой почвы редко бывает достаточно влажным. Микрорельефный способ посева существенно расширяет возможные вариации расположения оптимальных зон азотфиксации. Таковые могут располагаться даже на глубине 20 – 25 см от вершин почвенных гребней (10-15 см от ближайшей поверхности почвы). Экспериментальным подтверждением этого может служить фото 3, на котором можно наблюдать образование крупных клубеньков не только на главном, но и на боковых корнях люпина.

Фотография 3. Корни люпина узколистного при микрорельефном (слева) и гладком способах посева

Причём уровень расположения крупных клубеньков на боковых корнях люпина не является постоянным показателем, а, наоборот, изменяется в зависимости от уровня расположения экологической ниши микрорельефа со сложившимися благоприятными условиями среды в данном году.

Эффективность совокупного, а правильнее сказать системного проявления активизации симбиотрофных, диазотрофных и свободноживущих азотфиксаторов при микрорельефном способе посева представлена в таблицах 11 и 12.

Таблица 10 – **Расчет количества азота в урожае люпино-овсяной смеси**

Показатели Варианты	Урожайность, ц/га	Вынос N с 1 ц зерна (семян), кг	Вынос N с урожаем, кг/га	Суммарный вынос N обоими компонентами смеси, кг/га	Усвоено N за счёт минерализации гумуса, кг/га	Усвоено N за счёт минеральных удобрений, кг/га	Усвоено N от последействия органических удобрений, кг/га	Поступление N с атмосферными осадкам, кг/га	Микробиологический N в урожае		
									кг/га	%	Средний % для обоих компонентов
В-1. Контроль 1 люпин	23,0	8,43	194	289	36	19	17	10,9	111	57	43
В-2. Контроль 2. Овёс	36.7	2,59	95		36	19	17	10,9	12	13	
В-3. Люпин + овёс	11,6 20,5	8,43 2,59	98 53	151	36	19	17	10,9	68	45	45
В-4. Люпин + овёс + микрорельеф почвы	16,9 28,0	8.43 2.59	142,5 72,5	215	36	19	17	10,9	132	61	61

Таблица 11 – **Расчет количества азота в урожае люпино-ячменной и пелюшко-ячменной смеси**

Показатели / Варианты	Урожайность, ц/га	Вынос NC 1 w зерна (семян), кг	Вынос N с урожаем, кг/га	Суммарный вынос N обоими компонентами смеси кг/га	Усвоено N за счёт минерализации гумуса, кг/га	Усвоено N за счёт минеральных удобрений кг/га	Усвоено N от последействия органических удобрений , кг/га	Поступление Nc атмосферными осадкам, кг/га	Микробиоло гический N в урожае		
									кг/га	%	Средний % для обоих компонентов
Люпин + ячмень на агрофоне $N_{60}P_{60}K_{120}$, в среднем за 5 лет											
В-1. Контроль 1. Люпин	19,9	8,43	168	308	36	42	26	10,9	53	32	25
В-2. Контроль 2. Ячмень	48.1	2,91	140		36	42	26	10,9	25	18	
В-3. Люпин +ячмень	9,76 25,05	8,43 2,91	82,3 72,9	155	36	42	26	10,9	40	26	26
В-4. Люпин + ячмень + микрорельеф почвы	13.1 30.1	8,43 2,91	110,4 87,6	198	36	42	26	10,9	83	42	42
Пелюшка + овёс на агрофоне $N_{60}P_{60}K_{120}$, в среднем за 5 лет											
В.-1. пелюшка + овёс	16,9 20.0	6,36 2,59	107 52	159	36	42	17	10,9	53	33	33
В.-2. пелюшка +овёс + микрорельеф почвы	21,7 26,8	6,36 2,59	138 69	207	36	42	17	10,9	101	49	49
Пелюшка + ячмень на агрофоне $N_{60}P_{60}K_{120}$, в среднем за 5 лет											
В-1. Пелюшка + ячмень	18,5 21,04	6,36 2,59	118 61	179	36	42	26	10,9	64	36	36
В-2. пелюшка + ячмень + микрорельеф почвы	23.2 25.0	6.36 2.59	148 73	221	36	42	26	10,9	106	48	48

Поскольку данные получены расчётным путём, их нельзя считать абсолютно точными, но задача наших исследований заключалась не в определении каких либо точных количественных параметров, а в определении заметной тенденции, необходимой для подтверждения теоретического обоснования.

В общем, то незначительные успехи культурфитоценологии, обусловлены тем, что экспериментаторы акцентировали внимание на создании новых растительных сообществ разного состава и структуры и мало внимания уделяли изменению условий среды, включая и микробиоценотических.

На фото 4 показаны корни гороха при микрорельефном (слева) и гладком способах посева.

Фотография 4. Корни гороха полевого при микрорельефном (слева) и гладком способах посева (фаза созревания)

Совершенствование технологии уборки зерновых злаков. Технология заготовки плющеного зерна и методика его пересчета в амбарную урожайность

Питательные вещества накапливаются в зерне неравномерно. В первые дни после цветения масса зерна увеличивается сравнительно слабо, в период молочной спелости наиболее интенсивно накапливается сухое вещество, а в период восковой — скорость накопления сухого вещества несколько снижается. Уменьшение количества сухого вещества в данный период объясняется затратой части накопленных ранее питательных веществ на «дыхание». Во влажную погоду эти потери могут достигать 20-25% массы зерна, что вызывает соответствующее снижение урожая.

Дозревшее зерно влажностью 14% во внешней оболочке содержит, помимо целлюлозы, лигнин, который является инертным веществом для ферментов пищеварительного тракта и ферментов микроорганизмов рубца, что затрудняет усвояемость питательных веществ, находящихся внутри зерна. Переваримость питательных веществ плющенного консервированного зерна, убранного в стадии восковой спелости, выше, чем у зерна полной спелости: клетчатки на 12%, сухого и органического вещества – на 3,3-3,4%; переваримого протеина – на 10% и усвояемость плющенного консервированного зерна на 5-8% выше. Кроме того, при потере влаги в зерне, происходит биохимическая перестройка, при которой простые вещества превращаются в более сложные. При этом теряется до 12 % энергии.

Поэтому для внутрихозяйственного использования целесообразна заготовка плющеного и дробленого зерна. Плющеное с консервантом зерно целесообразнее скармливать КРС, а дробленое – свиньям. Комбайновую уборку на плющение проводят при влажности зерна 30 – 40 % (середина- конец восковой спелости). Для плющения вороха от комбайна используют плющилку ПВЗ – 10 с универсальным приводом, а также импортные плющилки «RENN», Murska», Manitoba ENSILER-1500 и плющилку КОРМ-10 Минского облагросервиса. При плющении зерна толщина хлопьев должна быть не более 1,1-1,8 мм. Это достигается, если зазор между вальцами плющилки не более 0,5-0,6 мм. Плющеное зерно может упаковываться в полимерный рукав (наименее затратный способ) или утрамбовываться в траншею. В качестве консерванта используют органические кислоты: муравьиную, пропионовую кислоты, формиат аммония («Promyr»; AIV 3 Plus ; AIV-2000), а также формальдегид 4 – 6 % (НВ- 2). Из биологических консервантов можно использовать

BioCrimp, представляющий собой комбинацию из бактерий с преобладанием Lactobacillus buchneri. Дозы некоторых консервантов представлены в таблице 13.

Зерно, предназначенное для плющения, не требует предварительной очистки после комбайна. Отпадает необходимость дробить зерно после сушки, т. е. исключается одна из стадий приготовления корма. Неравномерное созревание зерна не затрудняет его обработку, используются и зеленые, и мелкие, и поврежденные зерна. Допускается наличие семян сорняков. Не требуется сушка зерна на фуражные цели, что значительно экономит расход энергоресурсов (дизтоплива - на 60%, электроэнергии - до 70%).

Уборка урожая начинается на 10-15 дней раньше обычных сроков, что важно для регионов с неустойчивым климатом. Также ранняя уборка зерновых позволяет:

- выращивать более поздние и урожайные сорта;
- успешно расти подсеянным травам, а в некоторых случаях получить дополнительный урожай пожнивных культур;
- высевать озимые культуры в лучшие агротехнические сроки;
- исключить потери от осыпания зерна и от птиц;
- исключить влияние погодных условий на качество уборки.

Плющение зерна проводят возле хранилища или внутри него в зависимости от типа хранения. Время закладки плющеного зерна на хранение – не более 3 дней. Плющеное зерно готово к скармливанию животным через 3-4 недели после закладки его на хранение.

Таблица 12 – **Применяемые консерванты при закладке на хранение плющеного зерна**

Наименование	**Фирма-производитель**	**Ориентировочная норма внесения, л/т**	**Примечание**
AIV-3 Plus	«Kemira»	3-6	
AIV-2000	«Kemira»	3-5	
Ammofor	«Perstorp»	4-5	
Promyr	«Perstoip»	3-4	
Lupro-Mix	«BASF»	2-4	
Биотроф-600	«Биотроф»	0,3-0,5	При внесении разбавляется водой в соотношении 1:10
Биотроф химический	«Биотроф»	4-7	

Амбарная масса зерна, заложенного на хранение методом плющения, после доработки рассчитывается поэтапно следующим образом:

1. Определяем фактическую (средневзвешенную) влажность поступившего зерна за день:

$$\text{В факт.} = \frac{(\text{M1} * \text{B1}) + (\text{M2} * \text{B2}) + \cdots (\text{Mn} * \text{Bn})}{(\text{M1} + \text{M2} + \cdots \text{Mn})}, \text{где}$$

В факт. – фактический (средневзвешенный) процент влажности зерна, поступившего с поля, %;

M_1, M_2 и т. д. – масса партий поступившего зерна, кг;

B_1 – B_2 и т. д. – влажность партий поступившего зерна, %;

2. Определяем фактическую (средневзвешенную) засорённость поступившего зерна за день:

$$\text{С факт.} = \frac{(\text{M1} * \text{C1}) + (\text{M2} * \text{C2}) + \cdots (\text{Mn} * \text{Cn})}{(\text{M1} + \text{M2} + \cdots \text{Mn})}, \text{где}$$

где: С факт. – фактический (средневзвешенный) процент засорённости зерна, поступившего с поля, %;

М1, М2, Мn и т. д. – масса партий поступившего зерна, кг;

С1, С2, Сn и т. д. – засорённость партий поступившего зерна, %.

3. Определяем процент выхода зерна стандартной влажности и чистоты:

$$\text{У станд.} = \frac{(100 - \text{С факт.}) * (100 - \text{В факт.})}{(100 - \text{В станд.})}, \text{где}$$

где: У станд. – выход зерна стандартной влажности и чистоты, %;

С ср. в. – фактический процент засорённости зерна;

В ср. в – фактическая влажность зерна, %;

В станд. – стандартная влажность зерна, %

4. Определяем выход сухого зерна в пересчёте на вес после доработки:

М станд. = (М * У станд.) / 100, где

М станд. –масса зерна, поступившего за день, в пересчёте на вес зерна после доработки, кг;

М – масса зерна, поступившего за день, кг;

У станд. – выход зерна стандартной влажности и чистоты, %.

Опираясь на предыдущие формулы расчета перерасчет (оприходование) плющеного зерна в зерно в доработанном виде можно производить по формуле:

Удораб. = У бунк.*(100-С факт)*(100-В факт):8600, где

Удораб - валовой сбор в доработанном виде;

Убунк - валовой сбор бункерный;

С факт- засоренность, %;

В факт - влажность плющеного зерна, %.

Пересчет массы влажного зерна или зеленой массы на сухое зерно (14% влажности), сена (16% влажности):

Перевод урожая с полевой влажности к стандартной производят по формуле:

Х = А (100 - В) / (100 - Г),

Где

Х – урожай зерна или сена при стандартной влажности;

А – урожай зерна или сена без поправки на влажность;

В – влажность зерна или сена при взвешивании в поле, %;

Г – стандартная влажность (для зерна 14%, для сена 16%).

Пересчет массы влажного зерна на сухое зерно (14% влажности):

Х1 = 36,9 (100 - 15,5): (100 - 14) = 36,2 кг/дел.

6.2 Инновации при выращивании масличных культур

Основные направления совершенствования технологических процессов выращивания озимого и ярового рапса:

1. Селекционно-генетические инновации: Новые сорта и гибриды с\х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Технико-технологические инновации:: Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х льтур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические инновации:: Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Организация обучения механизаторов перед началом основных этапов работ. Новые формы организации и мотивации

труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические инновации: Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

Использование зимостойких и высокопродуктивных сортов озимого рапса, соответствующих мировым стандартам качества, с соблюдением рекомендуемых для них технологий возделывания позволяет получать хорошие и стабильные урожаи рапса и обеспечивает высокую рентабельность данной культуры. Сорта рапса белорусской селекции по урожайности и качеству не уступают, а по зимостойкости и засухоустойчивости — превосходят занесённые в Государственный реестр самые современные иностранные сорта и гибриды. К наиболее урожайным сортам и гибридам, включённым в государственный реестр, следует отнести: сорта **ИМПЕРИАЛ, ОНИКС, СЕВЕРИН, ЗЕНИТ, ЗОЛОТОЙ, ВИТОВТ**, гибриды — **ДНЕПР F1, МЕРСЕДАС, РОХАН, АТОРА, ФИНИКС, ТОРЕС.** Основные современные сорта селекции НПЦ НАН Беларуси по земледелию озимого рапса: **ОНИКС, ЗЕНИТ, ИМПЕРИАЛ, ЗОЛОТОЙ, СЕВЕРИН, БУЯН, ГИБРИД ДНЕПР F1** имеют потенциал урожайности 61,1-84,5 ц/га. Необходимо быстрее внедрять в производство новые сорта, которые проверены и доказали свою хозяйственную ценность.

МАВР. Среднеспелый сорт, длина вегетационного периода 319-339 дней, пищевого назначения, типа «00». Средняя урожайность маслосемян за годы испытаний в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» составила 55,4 ц/га, что на 9,0 ц/га выше сорта контроля. Максимальная урожайность 71,4 ц/га. Масса 1000 семян – 4,8-5,9 г. Семена содержат до 48 % жира и 22-26 % белка. Отличается высокой зимостойкостью, устойчивостью к корневым гнилям, полеганию и осыпанию, равномерностью цветения и созревания. Рекомендуется для возделывания на всех типах почв, пригодных для возделывания озимого рапса. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2023 г. для использования по всем областям Беларуси.

ФЕДОР. Среднеспелый сорт, пищевого назначения, безэруковый, низкоглюкозинолатный (0,5-0,6%), качества «канола». Средняя урожайность маслосемян за 2016-2018 годы испытаний в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» составила 56,8 ц/га, что на 11,7 ц/га выше контрольного сорта. Максимальная урожайность 79,1 ц/га получена в конкурсном сортоиспытании в 2017 году. Масса 1000 семян – 4,32-5,14 г. Семена содержат до 46,0% жира и до 23,0% белка. Отличается зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и осыпанию, равномерностью созревания. Среднеустойчив к фомозу. Рекомендуется для возделывания на дерново-подзолистых супесчаных и среднесуглинистых почвах. Пригоден для механизированной уборки. В Государственный реестр Республики Беларусь включен с 2021 г. по всей республике.

В табл. 13 представлены хорошие, возможные и недопустимые предшественники для озимого и ярового рапса.

Таблица 13– **Классификация предшественников под рапс**

Культура (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
Рапс озимый (3–4)	Однолетние бобово-злаковые травы на зеленый корм, ранний картофель	Ячмень, озимая рожь, пшеница, тритикале более ранних сортов	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, подсолнечник
Рапс яровой (3–4)	Яровые зерновые культуры	Озимые зерновые	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, лен, сах. свекла

Система обработки почвы. После однолетних трав основная обработка почвы состоит из вспашки в агрегате с кольчато-шпоровым катком или пакером. Разрыв от вспашки до посева рапса должен быть не менее двух недель.

После многолетних трав проводится предварительная разделка дернины дисками или дискаторами (БДТ-7, АДК Деметра, АДУ-6АК и др.) с последующей вспашкой за 2–3 недели до посева (ППО-4-40, ППО-7-40, ПОПР-5-40 и др.) с использованием ПВР, ППР или пакеров.

При размещении рапса по раннему картофелю вспашку можно заменить чизелеванием на глубину 14–16 см (КНЧ-4,2 и др.).

Предпосевная обработка почвы проводится в день посева комбинированными агрегатами типа АКШ или комбинированными почвообрабатывающе-посевными агрегатами (АПП-6 и др.). Основное условие обработки: рыхлый верхний слой почвы, а с глубины 2–3 см – уплотненный.

Удобрение. Озимый рапс в условиях Беларуси при благоприятной перезимовке обладает самой высокой продуктивностью среди масличных культур. Эта культура лучше удается на плодородных дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых и супесчаных, подстилаемых моренным суглинком почвах с pH_{KCl} 6,0–6,5. При повышенной кислотности почву следует произвестковать перед посевом предшественника.

С одной тонной семян и соответствующим количеством соломы озимый рапс выносит 55–58 кг азота, 29–30 кг P_2O_5 и 35–40 кг K_2O. Озимый рапс очень требователен к азотному питанию.

Органические удобрения целесообразно вносить под предшественник рапса. Озимый рапс отличается повышенной требовательностью к обеспеченности микроэлементами (бором, молибденом, цинком, марганцем). Озимый рапс хорошо реагирует на внесение серы. Потребность в сере при урожайности 25 ц/га семян составляет 25–30 кг.

Окупаемость 1 кг минеральных удобрений (NPK) при возделывании рапса составляет 3,2 кг семян.

Озимый рапс от ярового отличается более растянутым периодом поглощения элементов питания и более высокой интенсивностью потребления элементов питания на ранних стадиях развития (фаза листообразования). В дальнейшем динамика поглощения питательных веществ рапсом яровым и озимым имеет одинаковый характер: потребление элементов продолжается до созревания семян, максимальный период поглощения азота, фосфора и калия наблюдается в период стеблевание-бутонизация. К фазе бутонизации рапс озимый потребляет 65–76 % основных элементов питания.

Рапс характеризуется повышенным требованием к обеспеченности почв бором, марганцем и цинком, потребность в которых возрастает на произвесткованных почвах. Доступность микроэлементов для рапса снижается в сухие годы, а также при холодной погоде, избыточном фосфорном и азотном питании.

Система удобрения озимого рапса минеральная, двучленная: основное удобрение и подкормка.

Органические удобрения в виде навоза или компоста (20–30 т/га) на песчаных и бедных гумусом почвах рекомендуется вносить под предшественник. Рапс хорошо использует их последействие. Дозы минеральных удобрений для озимого рапса с учетом уровня планируемой урожайности и содержания элементов питания представлены в табл. 14, 15.

Полную дозу фосфорных и калийных удобрений лучше вносить после уборки предшественника под основную обработку почвы с соблюдением приемов, направленных против переуплотнения почвы.

Из фосфоросодержащих удобрений применяются аммофос, аммонизированный суперфосфат и калийных – хлористый калий.

Таблица 14 – **Дозы минеральных удобрений под озимый рапс на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (семена), ц/га			
		20,1–25,0	25,1–30,0	30,1–35,0	35,1–40,0
Азотные	–	80–100	100–120	120–160	160–180
Фосфорные	Менее 100	75–90	х	х	х
	101–150	65–80	80–95	х	х
	151–200	50–65	65–80	80–95	95–110
	201–300	40–50	50–60	60–70	70–80
	301–400	20–25	25–30	30–35	35–40
Калийные	201–300	50–60	60–70	70–80	80–90
	301–400	20–30	30–40	40–45	45–50

Азотные удобрения, как правило, применяются после перезимовки озимого рапса в два приема. Только в исключительных случаях азот (не более 30 кг/га) вносят осенью (плохой предшественник, в качестве органического удобрения использовалась солома, низкое плодородие почвы). Чтобы внесение под посев культуры азота, фосфора и калия было сбалансированным, лучше всего применять комплексные удобрения. На почвах с низкой и средней степенью обеспеченности подвижными формами фосфора и калия рекомендуются марки N:P:K 5-6:18-20:30-35, 5:16:35 + S + гидрогумат, 5:16:35 + S + феномелан, 5:16:35 + S + эпин, а с повышенным и высоким содержанием фосфора и калия - N:PK – 7-8:16-18:25-31, 7:16-18:25-31 + S + B, 7:16-18:25-31 + S + B + Mn, 7:16-18:25-31 + S + B + Mn + эпин.

Таблица 15 – **Дозы минеральных удобрений под озимый рапс на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных на песках почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (семена), ц/га		
		1,0–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5
Азотные	-	45–65	65–85	85–105
Фосфорные	Менее 100	45–60	60–75	х
	101–150	35–50	50–65	х
	151–200	25–35	35–45	45–55
	201–300	20–25	25–30	30–35
Калийные	Менее 80	65–80	80–100	х
	81–140	45–60	60–80	х
	141–200	35–50	50–65	65–80
	201–300	20–30	30–45	45–60

Первую подкормку азотом в дозе $N_{110–120}$ проводят во время возобновления весенней вегетации. Лучшими формами азотных удобрений являются сульфат аммония, КАС, карбамид и аммиачная селитра. В годы с ранней весной в первую подкормку следует вносить 40–60 кг/га азота, а остальную дозу внести в фазе бутонизации. В этом случае возврат весенних заморозков не окажет губительного действия на растения рапса. Также следует учесть, что в первую очередь следует подкармливать ослабленные посевы и посевы, расположенные на легких почвах.

В случае использования сульфата аммония необходимо обратить особое внимание на содержание серы в почве. Так, данное удобрение целесообразно использовать на почвах с низким содержанием обменной серы (менее 6,0 мг/кг почвы). На почвах с более высоким ее содержанием внесение сульфата аммония может приводить к повышению содержания глюкозинолатов в маслосеменах. При подкормках рекомендуется использовать 2–3 ц/га сульфата аммония.

Вторую подкормку азотом проводят в фазе стеблевания через 2,0–2,5 недели после первой карбамидом, аммиачной селитрой, КАС.

При внесении КАС доза азота не должна превышать 30 кг/га. КАС необходимо разбавить водой в соотношении 1:3. При этом в раствор можно ввести микроэлементы и инсектициды. Подкормку проводить в утреннее или вечернее время. Не следует проводить вторую подкормку сульфатом аммония, так как могут наблюдаться ожоги растений.

При недостаточном внесении азота в первые две подкормки можно провести и третью – спустя 1–1,5 недели в фазе бутонизации до начала цветения. В этом случае используют 5–10%-ный раствор карбамида, КАС. При слабом развитии растений или при густоте стояния растений менее 40 шт/м ^{2} дозу азота следует повысить на 20–40 кг/га.

При возделывании озимого рапса на семена эффективным является проведение некорневых подкормок бором, марганцем, молибденом и магнием. Так, в осенний период (в фазе 3–5 листьев) целесообразно проведение первой некорневой подкормки бором в дозе 30–50 г/га, вторая некорневая подкормка проводится в весенний период (в фазе начала бутонизации) – бор 200 г/га, марганец – 50–100 г/га, молибден – 30–40 г/га.

В качестве микроудобрений можно использовать минеральные соли и хелатные или органо-минеральные соединения, производимые различными производителями Эколист моно Бор и Адоб Бор в дозе 2,0 л/га, Адоб Медь – 2,8 л/га, Эколист моно Медь – 2,0 л/га, Эколист моно Марганец – 0,5 л/га.

Технологическая схема применения макро- и микроудобрений в технологии возделывания озимого рапса приведена в табл.16.

Таблица 16 – **Технологическая схема применения удобрений при возделывании озимого рапса (урожайность семян 40–50 ц/га)**

Дозы удобрений, кг/га д. в.	Формы удобрений	Сроки применения
$N_{20–24}P_{80–100}K_{120–150}$	Аммофос, хлористый калий	До посева
$N_{100–120}$	КАС или карбамид	Весной в начале вегетации
$N_{50–60}$	Карбамид	Через 2–2,5 недели после первой
$B_{0,20}Mn_{0,05}$	Борная кислота (Солюбор ДФ) и сульфат марганца или Адоб Бор и Адоб Марганец или МикроСтим-Бор или МикроСил-Бор	Некорневые подкормки: осень: в фазе 4–6 листьев, весна: 1-я – в фазе стеблевания; 2-я – перед цветением в баковой смеси с инсектицидом и добавлением мочевины – 12 кг на 200 л рабочего раствора

Подготовка семян к посеву и посев. Для посева применяют кондиционные семена элиты или первой репродукции. Семена должны быть обработаны фунгицидно-инсектицидными препаратами круйзер рапс, СК (11–15 л/т); модесто плюс, КС (15–16,6 л/т); агровиталь плюс, КС (4,5–5 л/т), которые защищают семена и всходы от поражения болезнями и вредителями. Посев озимого рапса в оптимальные сроки обеспечивает хорошее развитие растений осенью и успешную перезимовку. Высевают озимый рапс примерно на месяц раньше озимых зерновых культур, за 75–90 дней до прекращения осенней вегетации. В северной и восточной зонах Беларуси сорта рекомендуют высевать в срок 5–15 августа, а гибриды – 15–20 августа; в центральной и южной зонах календарные сроки сева озимого рапса на 5–7 дней позднее. Норма высева сортов – 1,0–1,2 млн. всхожих семян/га, что составляет 4–6 кг/га, а гибридов – 0,7–1,0 млн. всхожих семян/га (2–4 кг/га). Глубина заделки семян при оптимальной влажности почвы – 1,5–2,0 см, при сухом поверхностном слое – до 3,0 см.

Высев производится сеялками или комбинированными агрегатами АПП-6, СПУ-6, Rabe MegaSeed, Amazone, Sulky Unidrill и др. Посев комбинированными почвообрабатывающе-

посевными агрегатами способствует сокращению сроков обработки и размещению семян во влажном слое почвы.

Биометрические показатели растений перед уходом в зиму. Оптимальные параметры растений озимого рапса, способствующие благоприятной перезимовке и формированию высокой урожайности:

- число развитых листьев – 6–8 шт.;
- высота точки роста (стебля) – не более 3 см;
- толщина корневой шейки – 6–12 мм;
- масса одного растения – 20–35 г;
- масса корня – не менее 3 г;
- густота стояния растений для сорта – 60 шт/м^2, для гибрида – 50 шт/м^2.

При перерастании растений посевы обрабатывают ретардантом Фоликур с действующим веществом тебуконазол (250 г/л) в фазе 6 настоящих листьев культуры в ясную солнечную погоду во время активного роста растений. В последнее время на рапса в качестве ретардантов применяют препараты Карамба и Сетар, которые:

- задерживают рост растений в длину;
- стимулируют накопление ассимилянтов и других питательных веществ в корне;
- снижают содержание влаги в растениях, что повышает их морозостойкость;
- стимулируют развитие корневой системы, а также разрастание корневых волосков.

Кроме того, эти ретарданты действуют как фунгициды против возбудителей ряда болезней рапса.

Осенью ретарданты применяют в зависимости от состояния посевов: если на период третьей декады октября рапс находится в стадии четырех развитых настоящих листьев, с корневой шейкой 4 мм, листья нормального зеленого цвета и почти сходятся в рядах, то такие посевы обрабатывать не следует. Если растение имеет более 4 листа, диаметр корневой шейки - более 5 мм, цвет большого листья темно-зеленый и рядки смыкаются, на таких посевах для задержания роста стебля проводят обработку ретардантами.

Весенний уход за посевами. После схода снега необходимо определить состояние и перезимовку посевов озимого рапса и наметить мероприятия по дальнейшей работе с ними. Состояние посевов считается отличным, если сохранилось не менее 40 шт. здоровых растений на 1 м^2; слабые посевы имеют густоту 15–20 растений на 1 м^2. Если изреженность посева более значительная или неравномерная, то поле следует прокультивировать и пересеять его яровым рапсом.

Живые растения имеют крепкий, здоровый корень, на разрезе он белый, без побурения. Такое растение крепко держится корнем в почве, при выдергивании его не разрушается; точка роста и прикрывающие ее листочки живые, зеленые.

Система мероприятий по химической защите озимого рапса

На полях, предназначенных для посева озимого рапса, после уборки раноубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. Для защиты от комплекса болезней (черная ножка, снежная плесень, корневая гниль, плесневение семян) проводится протравливании семян с инкрустацией препаратами: витарос, ВСК (2,5 л/т); виннер, КС (2 л/т); скарлет, МЭ (0,4 л/т); тебу 60, МЭ (0,5 л/т). Контроль вредителей всходов (крестоцветные блошки, рапсовый пилильщик) осуществляется при обработке семян препаратами: агровиталь, КС (4,5 л/т); нуприд 600, КС (4–5 л/т); табу, ВСК (6–7 л/т). Для защиты от плесневения семян и крестоцветных блошек при обработке посевного материала применяется круйзер рапс, СК (11–15 л/т).

Контроль над однолетними злаковыми и двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы до посева (в засушливых условиях рекомендуется мелкая заделка препарата на глубину не более 5 см) или до всходов культуры – дуал голд, КЭ (1,6 л/га).

Возможно опрыскивание почвы до всходов против однолетних двудольных и злаковых сорняков препаратами колзор трио, КЭ (3–4 л/га), калиф, КЭ (0,15–0,2 л/га). Особенность – опрыскивание проводится не позднее чем через 30 часов – 3 дня после посева, при этом отмечается незначительное фитотоксическое действие на культуру, которое исчезает через месяц.

Против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание почвы после посева до всходов культуры препаратами бутизан 400, КС (1,5–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–2 л/га).

Против однолетних двудольных и злаковых сорных растений в фазе 1–4 листьев культуры проводится опрыскивание посевов препаратами бутизан 400, КС (1,75–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–1,7 л/га).

В фазе 2–4 настоящих листьев против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов (гибриды рапса, Clearfield, устойчивые к гербициду) препаратом нопасаран, КС (1–1,2 л/га + 1–1,2 л/га ПАВ Даш).

В фазе 3–4 листьев культуры против рапсового пилильщика (2-е поколение) проводится опрыскивание посевов инсектицидами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); моспилан, РП (0,06 кг/га); кинфос, КЭ (0,2–0,3 л/га). В эту же фазу против видов осота, ромашки, горца применяются агрон, ВР (0,3–0,4 л/га); лонтрел 300, ВР (0,3–0,4 л/га); хакер, ВРГ (0,12–0,16 кг/га); против однолетних и многолетних злаковых сорняков, падалицы зерновых культур применяются фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га).

В фазе 4–6 листьев осенью или весной до фазы бутонизации против видов осотов, ромашки, горцев и других двудольных сорняков возможно опрыскивание посевов гербицидом галера супер 364, ВР (0,2–0,3 л/га).

Весной в фазе роста стебля для снижения высоты растений рапса, стимуляции образования боковых побегов и их развития, синхронизации цветения и образования стручков на всех побегах проводится опрыскивание посевов препаратами карамба турбо, КС (0,7–1 л/га); моддус, КЭ (1 л/га + 1 л/га ПАВ АтПлюс); сетар, СК (0,5 л/га). В эту же фазу против стеблевого скрытнохоботника проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ (через 8–10 дней после наступления среднесуточной температуры +8 ºС) инсектицидами нурелл Д, КЭ (0,5–1 л/га); фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1 л/га).

Для контроля рапсового цветоеда, рапсового пилильщика (1-е поколение) и других вредителей в фазе начало – конец бутонизации проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ препаратами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); рексфлор, РП (0,1 кг/га); каратэ зеон, МКС (0,1–0,15 л/га).

В фазе цветения против альтернариоза, склеротиниоза, серой гнили необходимо опрыскивание посевов фунгицидами амистар экстра, СК (0,75–1 л/га); пиктор, КС (0,4–0,5 л/га); колосаль Про, КМЭ (0,4–0,6 л/га). В эту же фазу против семенного скрытнохоботника, стручкового капустного комарика проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ (предпочтительнее ночная обработка) маврик, ВЭ (0,2–0,3 л/га); биская, МД (0,2–0,3 л/га).

За 3–4 недели до уборки урожая (при переходе цвета стручков нижнего яруса с темно-зеленого на светло-зеленый) для равномерного созревания семян, сохранения урожая, снижения содержания влаги в семенах, снижения растрескивания стручков и потерь семян в период уборки, повышения масличности семян, улучшения посевных качеств семян, энергии прорастания и всхожести проводится опрыскивание посевов препаратами нью филм-17, КЭ (0,7–1 л/га); грипил, Ж (1–1,3 л/га).

За 5–10 дней до уборки при влажности семян не выше 25 % для подсушивания семян и частичного подавления сорняков возможна обработка посевов десикантами торнадо 500, ВР (1,5–2 л/га); баста, ВР (1,5–2 л/га); реглон супер, ВР (2–3 л/га).

Уборка. Чаще всего уборку проводят прямым комбайнированием. Прямая уборка проводится при наступлении технической спелости со следующими признаками: стручки сухие, семена черной окраски, шуршат в стручках при встряхивании, их влажность – 18–25 %, нижняя часть стебля зеленоватая. Уборка проводится на высоком срезе (не менее 30 см), что снижает потери семян, уменьшает засоренность и влажность вороха.

Комбайн должен быть тщательно загерметизирован и оборудован активными делителями и удлинителем днища жатки.

Яровой рапс – основная масличная культура в районах с нестабильной перезимовкой озимого рапса. Его часто используют в качестве страховой культуры для пересева погибших посевов озимых зерновых и рапса из-за невысокого расхода семян.

Предшественники. Хорошие предшественники для ярового рапса – пропашные, бобовые, бобово-злаковые смеси, озимые зерновые. Возможные предшественники – гречиха, лен, яровые зерновые. Не рекомендуется высевать яровой рапс после крестоцветных культур, льна, гороха, сахарной свеклы. Допустимый срок возврата ярового рапса на прежнее поле: 3–4 года.

Система обработки почвы.

Обработка почвы под яровой рапс аналогична обработке почвы под яровые зерновые и зернобобовые культуры. Обязательное условие – максимальное очищение поля от сорных растений и выравнивание поля.

Удобрение. Яровой рапс предъявляет достаточно высокие требования к почвенному плодородию. Рапс яровой хорошо растет на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах, подстилаемых моренным суглинком, неглубокими песками, успешно возделывается на мелиорированных землях и торфяниках. Не пригодны легкие песчаные быстро теряющие влагу почвы, с близким залеганием грунтовых вод, подстилаемые плотными водонепроницаемыми породами, а также почвы с кислой реакцией почвенной среды.

Основным условием получения высокой урожайности семян ярового рапса является оптимальное значение pH_{KCl} 5,8–6,5 и рациональное применение удобрений. На кислых почвах проводят известкование непосредственно под предшественник или после его уборки по стерне с последующей заделкой извести при обработке почвы.

Яровой рапс также как и озимый – культура, потребляющая много азота. С 1 т семян и соответствующим количеством соломы он выносит 55–58 кг азота, 20–24 кг P_2O_5 и 46–53 кг K_2O.

Потребление элементов питания рапсом яровым продолжается до созревания семян, максимальный период поглощения азота, фосфора и калия наблюдается в период стеблевания – бутонизации. К фазе бутонизации яровой рапс потребляет 65–75 % основных элементов питания. Эта культура характеризуется повышенными требованиями к обеспеченности почв такими микроэлементами как бор, марганец, цинк. Потребность в вышеназванных микроэлементах возрастает на известкованных почвах, а также в сухие годы.

Лучшим азотным удобрением под яровой рапс является сульфат аммония, так как эта культура положительно реагирует на внесение серы. Потребность в сере при урожайности 25 ц/га составляет в среднем 25–30 кг/га. Удовлетворить потребность в сере ярового рапса можно за счет внесения 2,4 ц/га сернокислого аммония. Под яровой рапс целесообразно дробное внесение азотных удобрений. – 80–90 кг азота следует вносить до посева и 20–30 кг/га в подкормку в фазе начала бутонизации. Фосфорные и калийные удобрения вносятся в расчетных дозах на связных почвах осенью, на легких – весной в предпосевную культивацию. Из азотных удобрений до посева применяется КАС, карбамид, сульфат аммония, фосфорных – аммофос, аммонизированный суперфосфат, калийных – хлористый калий.

Расчетные дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность ярового рапса приведены в табл. 17,18.

Обязательным приемом при возделывании ярового рапса является применение некорневых подкормок бором в фазе 6–8 листьев и фазе бутонизации по 200 г д. в. Для некорневых подкормок используется борная кислота, Солюбор, Адоб Бор, Эколист моно Бор и другие борные удобрения. Борная кислота предварительно растворяется в теплой воде, Адоб Бор и Эколист моно Бор по 2,0 л/га, а также другие микроудобрения целесообразно совмещать в баковых смесях с инсектицидами против рапсового цветоеда. При необходимости могут применяться в такие же сроки, как и для борных удобрений, подкормки молибденом – 30–40 г/га д. в. и марганцем – 50–100 г/га д. в.

Таблица 17 – **Дозы минеральных удобрений под яровой рапс на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемый урожай (семена), ц/га			
		20,1–25,0	25,1–30,0	30,1–35,0	35,1–40,0
Азотные	–	70–90	90–100	100–110	110–120
Фосфорные	Менее 100	70–85	х	х	х
	101–150	60–70	70–80	х	х
	151–200	50–60	60–70	70–80	80–95
	201–300	35–40	40–50	50–60	60–70
	301–400	15–20	20–25	25–30	30–35
Калийные	Менее 80	90–110	х	х	х
	81–140	80–90	90–100	х	х
	141–200	70–80	80–90	90–100	100–110
	201–300	40–50	50–60	60–70	70–75
	301–400	20–25	25–30	30–35	35–40

Органические удобрения применяют под предшественник. На низинных торфяниках доза фосфорных удобрений составляет 40–60 кг P_2O_5, калийных – 100–140 кг K_2O.

Таблица 18 – **Дозы минеральных удобрений под яровой рапс на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных на песках почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (семена), ц/га		
		1,0–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5
Азотные	–	45–65	60–80	80–95
Фосфорные	Менее 100	45–55	55–70	х
	101–150	30–40	40–50	х
	151–200	20–30	30–40	40–50
	201–300	15–20	20–25	25–30
Калийные	Менее 80	65–85	85–105	х
	81–140	45–65	65–85	х
	141–200	35–55	55–75	75–90
	201–300	20–30	30–45	45–60

На известкованных почвах резко снижается доступность таких микроэлементов как бор и марганец.

Районированные сорта и гибриды ярового рапса

Сорта: **ВОДОЛЕЙ, МАГНАТ, АБИЛИТИ, КРОМАНЬ, АНАТОЛ, ХАНТЕР, ПРАМЕНЬ, ЛАРИССА, ГЕДЕМИН, СКИФ, ЛУНЕДИ, ОЛИМП**.

Гибриды: **КАЛИБР, КОНТЕСТ КЛ, МОБИЛЬ КЛ, СОЛАР КЛL, ТРАППЕР, ДЖЕРОМ, ОЗОРНО, МИРКО КЛ, АГАТ, МАКРО, МАДЖОНГ, ДОКТРИН, СМИЛЛА.**

ИЗУМРУД. Среднеспелый сорт, длина вегетационного периода 90-108 дней, создан методом отдаленной гибридизации, относится к сортам пищевого назначения, безэруковый (0-0,1), низкоглюкозинолатный (0,5-0,6 %), качества «канола». Средняя урожайность за годы испытаний в НПЦ по земледелию составила 43,5 ц/га, что на 3,9 ц/га выше сорта-контроля. Максимальная в НПЦ урожайность 50,8 ц/га, в ГСИ – 45,4 ц/га. Крупносемянный, масса 1000 семян – 4,4-5,0 г. Семена содержат до 48 % жира и до 25 % сырого протеина. Отличается устойчивостью к корневым гнилям, полеганию и осыпанию, равномерностью цветения и созревания. Толерантен к альтернариозу. Рекомендуется для возделывания на всех типах почв, пригодных для возделывания ярового рапса. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2023 г. для использования по Гомельской, Гродненской и Могилевской областям Беларуси.

ЯГУАР. Среднеспелый сорт, длина вегетационного периода 90-106 дней, пищевого назначения, безэруковый (0-0,1), низкоглюкозинолатный (0,45-0,6 %), качества «канола». Средняя урожайность сорта за годы испытаний в НПЦ по земледелию составила 46,1 ц/га, что на 4,0 ц/га выше сорта-контроля. Максимальная в НПЦ урожайность 53,4 ц/га, в ГСИ – 48,8 ц/га. Масса 1000 семян – 4,3-4,6 г. Семена содержат до 47 % жира и до 26 % сырого протеина. Отличается устойчивостью к листовым болезням, полеганию и осыпанию, равномерностью цветения и созревания. Толерантен к альтернариозу. Рекомендуется для возделывания на всех типах почв, пригодных для возделывания ярового рапса. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2023 г. для использования по всем областям Беларуси.

ФЕНИКС. Высокопродуктивный, среднеспелый, безэруковый (0-0,1%), низкоглюкозинолатный (0,5-0,6%), пищевого назначения. Средняя урожайность маслосемян в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» – 43,4 ц/га, что на 4,0 ц/га выше контрольного сорта Топаз. Максимальная урожайность в ГСИ – 50,4 ц/га (ГСХУ «Турская СС», 2020 г.). Масса 1000 семян составляет 4,5 – 5,04 г. Семена содержат 43,4-46,2 % жира и 22,1-24,9 % сырого протеина. Отличается устойчивостью к полеганию и осыпанию, равномерностью созревания. Среднеустойчив к пероноспорозу и альтернариозу. В Государственный реестр сортов Республики Беларусь включен с 2022 г. для использования по всей республике.

Посев. Проводится теми же сеялками и агрегатами, что и озимый рапс: СПУ-6, АПП-6 и др.

Сроки сева ранние, одновременно с посевом яровых зерновых культур.

Семена должны быть инкрустированы препаратами инсектицидно-фунгицидного действия: круйзер рапс, СК (11–15 л/т); агровиталь плюс, КС (4,5–5 л/т); модесто плюс, КС (15–16,6 л/т), что обеспечивает защиту от крестоцветных блошек в течение месяца.

Норма высева сортов – 1,5–2,0 млн. всхожих семян на гектар (6,5–8,0 кг/га); гибридов – 0,8–1,0 млн. всхожих семян на гектар (3,0–4,0 кг/га).

Система мероприятий по химической защите ярового рапса

На полях, предназначенных для посева ярового рапса, после уборки предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. Для защиты от комплекса болезней (черная ножка, корневая гниль, плесневение семян) проводится протравливании семян с инкрустацией препаратами: витарос, ВСК (2,5 л/т); виннер, КС (2 л/т); скарлет, МЭ (0,3–0,4 л/т); тебу 60, МЭ (0,5 л/т). Контроль вредителей всходов (крестоцветные блошки) осуществляется при обработке семян препара-

тами: агровиталь, КС (4,5 л/т); нуприд 600, КС (4–5 л/т); табу, ВСК (6–7 л/т). Для защиты от плесневения семян и крестоцветных блошек при обработке посевного материала применяется круйзер рапс, СК (11–15 л/т).

Контроль над однолетними злаковыми и двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы не позднее чем через 3 дня после посева препаратом нимбус, МКС (1,5–1,8 л/га). При этом отмечается незначительное фитотоксическое действие на культуру, которое исчезает через месяц.

Против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание почвы после посева до всходов культуры препаратами бутизан 400, КС (1,5–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–2 л/га); дуал голд, КЭ (1,6 л/га).

В фазе всходов против крестоцветных блошек проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ инсектицидами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); кинфос, КЭ (0,2–0,3 л/га).

Против однолетних двудольных и злаковых сорных растений в фазе 1–4 листьев культуры проводится опрыскивание посевов препаратами бутизан 400, КС (1,75–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–1,7 л/га).

В фазе 2–4 настоящих листьев против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов (гибриды рапса, Clearfield, устойчивые к гербициду) препаратом нопасаран, КС (1–1,2 л/га + 1–1,2 л/га ПАВ Даш).

В фазе 3–4 листьев культуры против видов осота, ромашки, горца применяются агрон, ВР (0,3–0,4 л/га); лонтрел 300, ВР (0,3–0,4 л/га); хакер, ВРГ (0,12–0,16 кг/га); против однолетних и многолетних злаковых сорняков применяются фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га). В фазе 4–6 листьев до фазы бутонизации против видов осота, ромашки, горца и других двудольных сорняков проводится опрыскивание посевов препаратом галера супер 364, ВР (0,2–0,3 л/га).

В фазе роста стебля для снижения высоты растений рапса, стимуляции образования боковых побегов и их развития, синхронизации цветения и образования стручков на всех побегах проводится опрыскивание посевов препаратами карамба турбо, КС (0,7–1 л/га); моддус, КЭ (1 л/га + 1 л/га ПАВ АтПлюс); сетар, СК (0,5 л/га).

В эту же фазу против стеблевого скрытнохоботника, рапсового пилильщика проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ инсектицидами нурелл Д, КЭ (0,5–1 л/га); фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1 л/га).

Для контроля рапсового цветоеда, рапсового пилильщика (1-е поколение) и других вредителей в фазе начало – конец бутонизации проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ препаратами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); рексфлор, РП (0,1 кг/га); каратэ зеон, МКС (0,1–0,15 л/га).

В фазе цветения против альтернариоза, склеротиниоза, серой гнили необходимо опрыскивание посевов фунгицидами амистар экстра, СК (0,75–1 л/га); пиктор, КС (0,4–0,5 л/га); колосаль Про, КМЭ (0,4–0,6 л/га). В эту же фазу против семенного скрытнохоботника, стручкового капустного комарика проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ (предпочтительнее ночная обработка) инсектицидом маврик, ВЭ (0,2–0,3 л/га).

На неравномерно созревающих посевах в фазе восковой спелости при влажности семян 30–38 % можно проводить десикацию препаратами реглон супер, ВР (2–3 л/га); баста, ВР (1,5–2 л/га) и др. Это позволяет подсушить стебельную массу рапса, облегчить обмолот и снизить влажность семян.

Применение клеящих препаратов (нью филм-17, КЭ или грипил, Ж в норме 1 л/га) оправдано при биологической урожайности семян 25 ц/га и выше, в условиях неустойчивой погоды. Обработку проводят в фазе восковой спелости семян самоходными опрыскивателями. Использование обычных опрыскивателей с невысоким подъемом штанги на созревающих посевах ярового рапса наносит больше вреда, чем пользы, из-за растрескивания стручков и осыпания семян.

Уборка. Убирают рапс в фазе технической спелости при влажности семян 16–25 % и высоте стерни 20–30 см прямым комбайнированием. Комбайны должны быть тщательно загерметизированы и оборудованы специальными приставками для уборки рапса.

6.3 Инновации при выращивании картофеля

Основные направления совершенствования выращивания картофеля:

1. Селекционно-генетические инновации: Новые сорта и гибриды с\х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Технико-технологические инновации:Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х льтур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические инновации:Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Организация обучения механизаторов перед началом основных этапов работ. Новые формы организации и мотивации труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические инновации:Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

Современные технологии выращивания картофеля должны разрабатываться для конкретных почвенно-климатических условий и сортовых особенностей культуры. Освоение технологий в картофелеводстве возможно только с учетом определенных агроклиматических зон. Современное агроклиматическое районирование разработано согласно радиационного и водного баланса территорий, а не суммарных характеристик распределения этих параметров, которыми до сих пор пользуется наше земледелие.

В государственный реестр сортов включены:

- ранние – **АКСАМИТ, ДЕЛЬФИН, ЗОРАЧКА, КАПРИЗ, ЛАЗУРИТ, ЛИЛЕЯ, ОВАЦИЯ, РОДРИГА, РИВЬЕРА, УЛАДАР, ЭВЕЛИНА, АРРОУ, АРТЕМИС, ВЕГА, КОЛОМБА, ЛАПЕРЛА, МИРАНДА, РОЗАРА, ТУКАН, РОДРИГА;**
- среднеранние – **АРХИДЕЯ, БРИЗ, ДИНА, ДЖЕЛЛИ, ОДИСЕЙ, НЕПТУН, САНТИНА, ЯВАР, АРИЗОНА, КРОНЕ, САГИТТА, МАНИФЕСТ;**
- среднеспелые – **АЛЬТАИР, ДУБРАВА, ЖИВИЦА, КОЛОРИТ, КРИНИЦА, ЛАМБАДА, ПОМКВИН, СКАРБ, ТАЛИСМАН, ЯНКА, УНИВЕРСАЛ, ЛАД, БАФАНА, ЕВРОСТАРЧ, МАНИТУ;**
- среднепоздние **– БЛАКИТ, ВЕКТОР, ВЕРАС, ВЕТРАЗЬ, ЖУРАВИНКА, МАГ, РАГНЕДА, РАМОС, САНТАНА;**
- поздние – **АКЦЕНТ, АЛЬПИНИСТ, АТЛАНТ, ВЯСНЯНКА, ВЫТОК, ЗАРНИЦА, ЗДАБЫТАК, СИНТЕЗ, СУЗОРЬЕ.**

Важнейшим показателем, характеризующим сорт картофеля, является его устойчивость к поражению болезнями. К сортам, отличающимся относительно повышенной устойчивостью к болезням, относятся:

- к фитофторозу **– АТЛАНТ, АКЦЕНТ, ВЕРАС, ВЕТРАЗЬ, АЛЬПИНИСТ, ВЫТОК, ЖИВИЦА, ЗДАБЫТАК, СУЗОРЬЕ, СИНТЕЗ;**
- к альтернариозу – **ДИНА, ДЕЛЬФИН, ЛАЗУРИТ, СКАРБ, ЖИВИЦА, ВЫТОК;**
- к ризоктониозу – **АКСАМИТ, РОСИНКА, АЛЬПИНИСТ, СИНТЕЗ, ВЫТОК, АКЦЕНТ, ЗАРНИЦА, СУЗОРЬЕ;**

- к парше обыкновенной – **ВЕРАС, ВЫТОК, ЗАРНИЦА, ЖУРАВИНКА, ЯВАР, ДЕЛЬФИН, БРИЗ, СКАРБ.**

- к картофельной нематоде (в каталогах отмечаются символом N) – **АЛЬПИНИСТ, КОЛОРИТ, АЛЬТАИР, АРХИДЕЯ, АТЛАНТ, УЛАДАР, ДУБРАВА, БЛАКИТ, ЛИЛЕЯ, ВЕРАС, ЯНКА, ВЕТРАЗЬ, ТАЛИСМАН, ДЕЛЬФИН, ВЕСНЯНКА. ДИНА, ЖИВИЦА, ЖУРАВИНКА, КРИНИЦА, ЛАЗУРИТ, ЗДАБЫТАК, СКАРБ**.

- к черной ножке и мокрой гнили – **АРХИДЕЯ, ЖИВИЦА, ЗАРНИЦА, РОСИНКА, ЖУРАВИНКА, ТАЛИСМАН, БЛАКИТ, ДИНА, АЛЬТАИР.**

- к вирусным заболеваниям **– АТЛАНТ, ДЕЛЬФИН, ЛАЗУРИТ, СКАРБ, ОДИССЕЙ, НЕПТУН, ЖИВИЦА, БЛАКИТ, ТАЛИСМАН, БРИЗ, ДУБРАВА.**

Качество производимых из картофеля картофелепродуктов зависит прежде всего от биохимических соединений, входящих в состав клубней, их соотношения. Эти показатели в определенной мере связаны с погодными и почвенными условиями, приемами выращивания, но, прежде всего и напрямую связаны с принадлежностью к тому или иному сорту.

Сортимент современных сортов картофеля дает широкий выбор для переработки на картофелепродукты и для промышленной переработки.

Наиболее высоким дегустационным баллом отмечены сорта **ЛИЛЕЯ, АРТЕМИС, МИРАНДА, РОДРИГА, ТУКАН.**

Для производства хрустящего картофеля (чипсов) пригодны сорта **КОЛОРИТ, КРИНИЦА, БЛАКИТ, ВЕРАС, ЖУРАВИНКА, ВЫТОК, ЗАРНИЦА, СУЗОРЬЕ, ВЕСНЯНКА, МАГ, ВЕТРАЗЬ, УНИВЕРСАЛ, МИРАНДА, ТУКАН.**

Для производства сухого картофельного пюре высокого качества можно использовать сорта **КРИНИЦА, ДИНА, АТЛАНТ, УНИВЕРСАЛ, ВЫТОК, СУЗОРЬЕ, СИНТЕЗ, ЖИВИЦА, МАГ.**

Картофель фри отличного качества можно получить из клубней сортов **ЗАРНИЦА, КОЛОРИТ, ЖУРАВИНКА, БЛАКИТ, СКАРБ, ЛИЛЕЯ, БРИЗ.**

Для приготовления замороженных овощных смесей рекомендуются к использованию сорта **КАПРИЗ, БРИЗ, ДИНА, ЛИЛЕЯ, НЕПТУН, ДУБРАВА, КОЛОРИТ, КРИНИЦА, СКАРБ, БЛАКИТ.**

Сорта картофеля **ЗДАБЫТАК, АТЛАНТ, ВЫТОК, СИНТЕЗ, СУЗОРЬЕ. АЛЬПИНИСТ, МАГ, ТАЛИСМАН, ВЕСНЯНКА, ВЕТРАЗЬ** предназначены для производства крахмала.

За последние три года появилось шесть новых сортов картофеля**.** Все они нематодоустойчивые, а урожайность их достигает 70 тонн с гектара.

Среди них — ранний сорт **ЮЛИЯ**. При благоприятных условиях он формирует урожай уже на 35-й день после появления всходов на уровне 20 тонн с гектара

Неплохой лежкоспособностью отличается и картофель **ПЕРШАЦВЕТ** — для раннего сорта это редкость. Среднеранний сорт **КРАСА** является устойчивым к болезням, хорошо хранится, дает стабильный урожай и имеет отличный вкус.

Кроме этого, белорусские селекционеры работают над созданием новых среднепоздних и поздних сортов картофеля с высоким содержанием крахмала. В ассортименте уже появились новинки — **НАРА** и **РУБИН**, которые демонстрируют отличную устойчивость к вирусам. С одного гектара можно собрать 60-65 тонн данного клубнеплода.

Сорт **КРОК** содержит 22% крахмала и отличается низким уровнем редуцирующих сахаров даже после пяти месяцев хранения. Он отлично подходит для переработки на хрустящий картофель, сухое пюре, производства крахмала и спирта.

Названные выше (и не названные) сорта способны реализовать свой потенциал продуктивности и проявить свои хозяйственно-полезные качества при условии использования на посадку высококачественного посадочного материала, отвечающего требованиям СТБ 1224-2000.

В таблицах 19 и 20 представлены рекомендуемые почвы и предшественники

Таблица19 – **Агропроизводственная группировка пахотных почв Республики Беларусь и рекомендуемый набор для картофеля**

Агрогруппа	Баллы бонитета	Рекомендуемый набор культур
Дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые мощные и подстилаемые мореной или песком с глубины около 1 м	71	картофель
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной около 0,5 м	63	картофель
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной с глубины около 1 м; около 0,5 м; суглинистые, подстилаемые песками с глубины до 0,5 м	54	картофель
Дерново-подзолистые оглеенные внизу и временно избыточно увлажненные на мощных песках и супесчаные, подстилаемые песками	39	картофель

Таблица 20 – **Классификация предшественников под картофель**

Культура (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
Картофель (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, клевер, однолетние бобово-злаковые культуры на корм, кормовые корнеплоды, крестоцветные	Яровые зерновые, гречиха, лен, кукуруза, сахарная свекла, люцерна	Картофель, многолетние злаковые травы

Предшественники. Хорошие предшественники для картофеля – озимые зерновые, зернобобовые, однолетние бобово-злаковые смеси; возможные – крестоцветные, яровые зерновые. Не рекомендуется высаживать картофель после многолетних злаковых трав. Допустимый срок возврата картофеля на прежнее поле: 2–3 года.

Система обработки почвы.

При невозможности внесения органических удобрений под картофель осенью вспашку поля на зябь можно не проводить. Осенняя обработка почвы будет заключаться в глубоком (10–12 см) дисковании боронами БДТ-3, БДТ-7 и др. или чизелевании культиваторами КЧ-5,1 и др. с одной-двумя культивациями для уничтожения прорастающих сорняков. На полях с неподнятой зябью по стерне вносят органические и минеральные удобрения, заделывают их дисковой бороной на глубину 12–14 см и проводят вспашку.

Традиционная система обработки почвы включает: лущение стерни, вспашку, закрытие влаги, глубокую предпосевную культивацию, нарезку гребней.

Лущение выполняют ЛДГ-5, ЛДГ-10А, АПД-7,5 БДТ-3; БДТ-7, КЧ-5,1, КЧН-5,4 и др. на глубину 5–8 см. На полях, засоренных корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, глубина лущения увеличивается до 10–12 см. Зяблевая вспашка проводится плугами ППО-8-40К, ППО-9.30/45 и др.

Весеннюю обработку почвы начинают с закрытия влаги при наступлении физической спелости почвы. Лучше всего этот прием (особенно на связных почвах) выполняется культиваторами КПС-4, КПШ-8 и др. Перед нарезкой гребней проводится вторая культвация на глубину до 18–20 см. Наилучшим приемом создания мелкокомковатой структуры в верхнем слое почвы является рыхление с помощью роторных машин (АКР-3, ПАН-2,8, КВФ-2,8 и др.) или вертикально-фрезерных культиваторов (Лемкен «Циркон 7/300», «Rabewerk-RKE 300» и др.).

Завершающим приемом подготовки почвы к посадке картофеля является нарезка гребней. Для нарезки гребней используют культиваторы КОН-2,8; КРН-4,2; КГО-3; АК-2,8 и др. Высота гребня должна составлять 14–15 см. Размеры гребня должны обеспечить усло-

вия и место для формирования гнезда клубней. На легких почвах нарезка гребней нецелесообразна.

Подготовка семенных клубней к посадке состоит из следующих операций: переборка, сортировка, калибровка, проращивание, обеззараживание и обработка клубней регуляторами роста.

При сортировке и калибровке клубни делят на фракции по наибольшему поперечному диаметру:

- для сортов с клубнями округло-овальной формы – менее 30 мм, 30–60 мм, более 60 мм;

- для сортов с клубнями удлиненной формы – соответственно менее 28 мм, 28–55 мм и свыше 55 мм.

На посадку используют клубни фракции 30–60 мм в диаметре (масса 50–80 г). Использование в качестве семенных более мелких клубней массой 30–40 г/шт., может быть оправданным только при условии, что они получены от здоровых материнских растений. И количество их, высаживаемых на гектар, должно быть большим. Резку крупных клубней можно применять только в крайних случаях, при недостатке посадочного материала. Разрезанные клубни во избежание перезаражения черной ножкой, кольцевой гнилью, бурой бактериальной гнилью незамедлительно смачивают рекомендованными препаратами.

Используя на посадку мелкие клубни, надо увеличить густоту их раскладки в ряду (до 70–80 тыс/га). Каждая фракция клубней требует отдельной регулировки картофелесажалок. Поэтому использование в качестве семенного материала неоткалиброванных клубней недопустима. Переборку и калибровку клубней проводят на картофелесортировальных пунктах КСП-1Б, Л-701, в крупных специализированных хозяйствах – на стационарных картофелесортивальных пунктах ПКСП-25.

Отсортированные клубни перед транспортировкой в поле для посадки подвергают обеззараживанию. Эту операцию выполняют путем опрыскивания клубней на транспортерах с помощью ОПС-1А в момент загрузки в транспортные средства, в бункеры-накопители, а также с помощью специальных машин «Гуматокс», ПСМК, ПКМ-15. Норма расхода рабочей жидкости 2–10 л/т. Для протравливания клубней применяют один из ядохимикатов.

Проращивание клубней позволяет значительно (на 25–50 %) повысить урожайность средне- и позднеспелых сортов, а у раннеспелых сортов значительно раньше получить товарную продукцию.

Говоря о посадочном материале необходимо подчеркнуть значение качества посадочного материала, его урожайных свойств. Семенные клубни картофеля следует не просто отбирать по размеру из массы товарного урожая – здоровые семенные клубни с высоким урожайным потенциалом должны быть специально выращены с применением специальной технологии. Клубни с низкими урожайными свойствами практически не отзываются даже на самые эффективные приемы агротехники, хотя по внешнему виду они никак не выделяются.

Для уничтожения начавших прорастать сорняков через 3–5 дней после посадки, а затем еще один-два раза поле обрабатывают культиваторами КОН-2,8, КРН-4-2, КНО-2,8, АК-2,8 и др., оборудованными трехъярусными лапами на глубину 15–16 см. Культиваторы агрегатируются с ротационными рыхлителями с подпружиненными боронами.

Удобрение. Картофель в Беларуси является ценной продовольственной, кормовой и технической культурой. Он может давать хорошие урожаи на разных по генезису и гранулометрическому составу почвах. Наиболее благоприятны для возделывания картофеля дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком.

С урожаем картофеля на каждую тонну клубней выносится в среднем 5,4 кг азота, 1,6–2,0 кг P_2O_5 и 9,5–10,7 кг K_2O. Установлено, что в растениях картофеля содержится больше всего калия, меньше азота и еще меньше фосфора. Такое соотношение основных элемен-

тов питания наблюдается, как правило, во всех почвенно-климатических условиях и на всех сортах картофеля независимо от агротехнических условий его выращивания. Картофель – высокопродуктивное растение и выносит с урожаем больше питательных элементов, чем зерновые, лен, многолетние травы, но меньше чем сахарная и кормовая свекла.

Наиболее интенсивно растения картофеля потребляют в фазах бутонизация – цветение. Среднепоздние сорта в этот период усваивают около 40–50 % азота, 50 % фосфора и 60 % калия от максимального потребления. Это происходит на протяжении месяца (июль в наших условиях). К уборке в клубнях сосредотачивается 78–80 % азота, 90 % фосфора и 96 % калия от содержания его в урожае.

Картофель является культурой, весьма требовательной к почвенным условиям, что определяется его физиологическими особенностями: слаборазвитой корневой системой и ее высокой потребностью в кислороде в период интенсивного клубнеобразования. Система удобрения картофеля должна обеспечивать не только высокую урожайность, но и хорошее качество клубней, сбалансированных по химическому составу, с низким содержанием нитратов.

Для картофеля наиболее подходят структурированные, плодородные, водопроницаемые, легкого или среднего гранулометрического состава (с содержанием физической глины от 10 до 40 %), достаточно прогреваемые почвы. Оптимальный уровень плотности среднесуглинистых почв – 1,0–1,2 г/см^3, супесчаных – 1,3–1,4 г/см^3. При плотности среднесуглинистой почвы 1,4 г/см^3 урожайность снижается на 35–40 %. Плотность почвы определяет не только урожайность, но и товарный вид картофеля – величину, форму и сохранность клубней.

Поля должны быть выровнены (допускается угол склона до 3°), не завалунены, удаленность от хозяйственных центров и населенных пунктов не должна превышать 3 км.

Картофель хорошо переносит повышенную кислотность почвы. Оптимальной для него является кислотность в интервале pH (в KCl) от 5,3 до 5,8. В связи с интенсивным известкованием кислых почв картофель необходимо возделывать в специальных севооборотах, в которых pH почвы не превышает указанные значения. Стабильные урожаи клубней на уровне 350–400 ц/га обеспечиваются при строгом соблюдении всех технологических операций на почвах с содержанием гумуса 2,0–3,0 %, фосфора – 250–300 мг, калия – 200–250 мг в 1 кг почвы. Высокое содержание гумуса способствует большему накоплению крахмала в клубнях картофеля.

Основным условием эффективного возделывания картофеля является совместное применение органических и минеральных удобрений. Для получения урожайности 300 ц/га и более на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых мореной, почвах требуется вносить 55–75 т/га, на супесчаных, подстилаемых песками, – 60–80 т/га органических удобрений. На всех почвах органические удобрения под среднеспелые, среднепоздние и поздние сорта картофеля необходимо вносить с осени под зяблевую вспашку или по зяби с заделкой в почву культиватором, на легких почвах (супесчаные, на песках) – весной. Весеннее внесение органических удобрений на суглинистых почвах приводит к задержке весенне-полевых работ, переуплотнению почвы и существенному недобору урожая.

Обязательными требованиями являются равномерное распределение органических удобрений по поверхности поля и быстрая заделка их в почву. В зависимости от запасов элементов питания и уровня планируемой урожайности рекомендуются следующие дозы минеральных удобрений (табл. 21).

Максимально допустимой дозой азотных удобрений при внесении 60–70 т/га органических удобрений являются 120 кг/га д. в.

Предельно допустимые дозы азота для раннеспелых и среднеранних сортов картофеля – 110–120, среднеспелых – 100–110, среднепоздних и позднеспелых – 80–90 кг/га д. в. Дозы азота для всех сортов семенного картофеля – 60–90 кг/га.

Институтом почвоведения и агрохимии разработано комплексное удобрение для картофеля с содержанием азота, фосфора и калия 16-12-20 с серой и микроэлементами – бо-

ром и медью, в котором все элементы питания сбалансированы с учетом биологических требований культуры.

При отсутствии комплексных удобрений применяются простые формы минеральных удобрений: сульфат аммония, аммофос, хлористый калий.

Азотные удобрения лучше вносить весной в один прием под перепашку зяби или культивацию. На супесчаных, подстилаемых песками, почвах возможна подкормка азотом (20–30 кг/га) в первую междурядную обработку при высоте куста 15–20 см.

Фосфорные удобрения вносят как осенью, так и весной. Обязательным приемом должно быть внесение 20–30 кг/га P_2O_5 в рядки при посадке или полного минерального удобрения $N_{20–30}P_{20–30}K_{20–30}$. Хлорсодержащие калийные удобрения на почвах связного гранулометрического состава рекомендуется вносить осенью под вспашку или весной под культивацию, на почвах легкого гранулометрического состава – только весной.

На почвах I и II группы обеспеченности рекомендуется при планировании высоких урожаев картофеля эффективно применять микроэлементы бор, медь, марганец в начале бутонизации в дозе по 50 г/га д. в. Наряду с борной кислотой, сернокислой медью и сернокислым марганцем можно использовать Адоб Бор – 0,5 л/га, Адоб Медь – 0,8, Адоб Моно Марганец – 0,3 или Эколист Моно Медь – 0,6, Эколист Моно Марганец – 0,3 л/га. Расход рабочего раствора 200 л/га. Некорневые подкормки микроэлементами можно совмещать с применением инсектицидов против колорадского жука.

Таблица 21 – **Дозы минеральных удобрений* под картофель на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемый урожай (клубни), ц/га			
		200–250	251–300	301–350	351–400
Азотные	-	60–70	70–85	85–100	100–120
Фосфорные	Менее 100	70–80	х	х	х
	101–150	50–60	60–70	х	х
	151–200	40–50	50–60	60–70	70–80
	201–300	25–30	30–40	40–50	50–60
	301–400	15–20	20–25	25–30	30–40
Калийные	Менее 80	80–100	х	х	х
	81–140	60–80	80–100	х	х
	141–200	50–60	60–80	80–100	100–120
	201–300	40–50	50–60	60–80	80–100
	301–400	30–35	35–40	40–50	50–60

* На фоне внесения 50–60 т/га органических удобрений.

Посадка. Уход за посадками картофеля. К посадке картофеля можно приступать, когда почва на глубине 10 см прогреется до температуры 7–8 ºС. В зависимости от района и погодных условий года, календарные сроки посадки картофеля обычно приходятся на конец апреля – первую декаду мая. Каждый день задержки с посадкой по отношению к оптимальному сроку приводит к снижению урожая на 3–5 ц/га.

Основной способ посадки – в предварительно нарезанные гребни сажалками Л-201, Л-202, Л-207, СК-4 и др., а также Grimme GL-34Z с шириной междурядий 75 см. Клубней, высаженных на 1 га, должно быть не меньше 60-70 тысяч. Глубина заделки клубней на суглинистых почвах – 6–8 см, на супесчаных – 8–10 см. В хозяйствах, где на уходе за посадками картофеля будут применяться фрезерные культиваторы КФК-4, Grimme DF-3000, глубину посадки следует уменьшить до 4–6 см на суглинках и до 6–8 см на супясях.

Для уничтожения начавших прорастать сорняков через 3–5 дней после посадки, а затем еще один-два раза, поле обрабатывают культиваторами КОН-2,8, КРН-4-2, КНО-2,8, АК-2,8 и др., оборудованными трехъярусными лапами. Культиваторы агрегатируют с ротационными рыхлителями с подпружиненными боронами. Глубина рыхления – 15–16 см. Осо-

бенно важно проведение обработок междурядий на полях, сильно засоренных пыреем. Лучшими культиваторами для завершения формирования гребней являются фрезерные культиваторы-гребнеобразователи КФК-4; Grimme DH-3000. Размеры и объем созданных гребней должны обеспечить необходимые условия и место для формирования гнезда клубней, корневой системы.

Система мероприятий по химической защите картофеля

На полях, предназначенных для посадки картофеля, после уборки предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Перед посадкой против вредителей и возбудителей заболеваний проводится обработка клубней препаратами: инсектицидного действия (против колорадского жука, тлей, проволочников) – агровиталь, КС (0,2–0,4 л/т); табу, ВСК (0,3–0,4 л/т); круйзер, СК (0,14–0,22 л/т); фунгицидного действия (против видов парши, фитофтороза, гнилей, черной ножки) – ТМТД, ВСК (4–5 л/т); максим, КС (0,4 л/т); инсекто-фунгицидного действия (против тлей, колорадского жука, проволочников, ризоктониоза, парши серебристой) – престиж, КС (0,7–1 л/т); эместо квантум, КС (0,3–0,35 л/т); селест топ, КС (0,3–0,4 л/т).

Контроль над однолетними злаковыми и двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы до всходов культуры гербицидами зенкор, ВДГ (0,75–1 кг/га); стомп, 33 % к.э. (5 л/га); гезагард, КС (3–4 л/га); аркаде, КЭ (4–5 л/га). Возможно опрыскивание посадок до всходов против однолетних двудольных сорняков препаратами агритокс, в.к. (0,9–1,7 л/га); гербитокс, ВРК (0,9–1,7 л/га); дикопур М, в.р. (0,75–1,5 л/га).

При высоте ботвы до 5 см против однолетних двудольных и злаковых сорняков рекомендуется опрыскивание посадок препаратами зенкор, ВДГ (0,75–1 кг/га); лазурит, СП в водорастворимых пакетах (0,75 кг/га); аркаде, КЭ (3–5 л/га).

При высоте ботвы 10–15 см против однолетних двудольных сорняков проводится опрыскивание посадок гербицидами агритокс, в.к. (1,4 л/га); дикопур М, в.р. (0,7 л/га).

Для контроля однолетних и многолетних злаковых, двудольных сорняков при высоте 5–25 см посадки опрыскивают препаратом титус, 25 % с.т.с. (50 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90). Возможно дробное внесение данного препарата: первое – при высоте культуры 5–25 см и высоте пырея ползучего 10–15 см, в фазе 2–4 листьев двудольных сорняков – 30 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90; второе – не позднее 14 дней после первого – + 20 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90.

Для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков в период вегетации культуры проводится опрыскивание посадок следующими гербицидами: арамо 45, к.э. (1,5–2 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га).

При массовом появлении личинок колорадского жука в период вегетации проводится опрыскивание посадок инсектицидами рексфлор, РП (0,06 кг/га); биская, МД (0,2–0,3 л/га); актара, ВДГ (0,06–0,08 кг/га); кораген, к.с. (0,04–0,06 л/га). Для контроля таких заболеваний, как фитофтороз, макроспориоз, альтернариоз и др., посадки обрабатываются фунгицидами: контактно-системные – акробат МЦ, ВДГ (2 кг/га); метаксил, СП в водорастворимых пакетах (2,5 кг/га); ридомил голд МЦ, ВДГ (2,5 кг/га); контактные – азофос, 50 % к.с. (6–7 л/га); дитан Нео Тек 75, ВДГ (1,2–1,6 кг/га); ширлан, 50 % с.к. (0,3–0,4 л/га).

За 14 дней до начала уборки против болезней картофеля проводится уничтожение ботвы путем применения десикантов с последующим ее удалением препаратами голден ринг, ВР (2 л/га); реглон супер, ВР (2 л/га).

Перед закладкой на хранение (семенной материал) против сухой фузариозной гнили, антракноза, фомоза, альтернариоза, парши серебристой, черной ножки, раневой водянистой гнили, ризоктониоза рекомендована обработка клубней препаратом максим, КС (0,4 л/т).

Уборка картофеля. Для обеспечения благоприятных условий работы и повышения производительности картофелеуборочных машин, сокращения потерь и ускорения созревания клубней производится заблаговременное скашивание ботвы. Обычно скашивание проводят за 5–7 дней до начала уборки. Для выполнения этой работы используют цепной измельчитель или косилки-измельчители «Полесье-1500»; КИР-1,5Б; КИ-3; ботвоуборочные машины МБУ-3; МБУ-3,6 и др.

Наряду с механическим скашиванием ботвы практикуют (особенно на семеноводческих посадках) при наличии зеленой ботвы и сорной растительности их «сжигание» с помощью выше указанных десикантов.

Основной способ уборки клубней – прямое комбайнирование комбайнами ПКК-2-02 «Полесье», КПК-2-01, Л-605, Л-601, ДR-1500 Grimme и др. На небольших участках, а также на семеноводческих посевах используют копатели Л-653, КТН-2В, КСТ-1,4А и др.

Как видим, для картофеля характерна достаточно сложная технология. Однако только технологией проблемы картофелеводства не заканчиваются. Убранный картофель закладывается на хранение и хранится до момента реализации. И если, реализуя картофель для переработки на крахмал, производитель, прежде всего, обеспокоен содержанием сухого вещества в клубнях, их массой, то реализация продовольственного картофеля требует особых подходов. Например, сегодня на рынке, прежде всего, востребованы выравненные чистые клубни с кожурой розовой окраски, мелкими глазками, слегка продолговатые овально-удлиненной формы. Пройдя соответствующую подготовку (тщательная помывка, просушивание), клубни фасуют в специальную тару. Масса упаковок от 2,5 до 25 кг.

Только грамотно освоив и применив технологию производства картофеля, реализовав урожайный потенциал его сортов, получив высококачественный товарный продукт, можно рассчитывать на высокий экономический эффект от отрасли.

6.4 Инновации при выращивании сахарной свеклы

Основные направления совершенствования выращивания сахарной свеклы:

1. Селекционно-генетические инновации: Новые сорта и гибриды с\х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Технико-технологические инновации: Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х льтур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические инновации: Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Организация обучения механизаторов перед началом основных этапов работ. Новые формы организации и мотивации труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические инновации: Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

Сорт сахарной свеклы как минимум на 30 % определяет будущий урожай и выход сахара. За последние пять лет в государственное сортоиспытание Беларуси передано девять гибридов сахарной свеклы, в текущем году испытание в системе проходят два гибрида. Специалистами РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»станции созданы гибриды с урожайностью корнеплодов 730 — 780 ц/га, сахаристостью 17,6 — 18 %.

Совместно с польскими коллегами селекционеры опытной станции создали и районировали гибриды **ПОЛИБЕЛ, БЕЛПОЛЬ** и **АЛИЦИЯ**, в ходе совместной работы с серб-

ской фирмой были получены гибриды **СМЕЖО** и **КОНУС.** И все эти пять гибридов сахарной свеклы по результатам сортоиспытания включены в Государственный реестр сортов и растений Республики Беларусь в 2014 — 2019 гг. и рекомендованы свеклосеющим предприятиям нашей страны. Отличаются они высокой урожайностью и сахаристостью, обладают хорошей технологичностью, пригодны для средних сроков уборки. Гибриды **БЕЛПОЛЬ** и **АЛИЦИЯ** также устойчивы к ризомании.

Почвы, пригодные для выращивания корне-клубнеплодов представлены в табл. 22, а рекомендуемые предшественники в табл. 23.

Таблица 22 – **Агропроизводственная группировка пахотных почв Республики Беларусь и рекомендуемый набор для корне-клубнеплодов**

Агрогруппа	Баллы бонитета	Рекомендуемый набор культур
Дерново-карбонатные почвы, развивающиеся на суглинистых и супесчаных породах	78	сахарная свекла
Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые	58	кормовые корнеплоды
Дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые мощные и подстилаемые мореной или песком с глубины около 1 м	71	сахарная свекла
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной около 0,5 м	63	кормовая свекла, брюква, сахарная свекла
Дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на глинах и суглинках; супесчаные, подстилаемые с глубины 0,5 м мореной	65	сахарная свекла

Таблица 23 – **Классификация предшественников под корне-клубнеплоды**

Культура (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
Сахарная свекла (3–4)	Картофель, кукуруза, зернобобовые, озимые зерновые	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Сахарная и кормовая свекла, многолетние злаковые травы
Кормовая свекла (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, картофель, бобовые и бобово-злаковые смеси на корм	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Кормовая и сахарная свекла, многолетние злаковые травы

*Система обработки почвы.*Обработка почвы под свеклу состоит из осенней (основной) и весенней (предпосевной). Основная обработка почвы может быть двух видов: традиционная и почвозащитная. Традиционная технология включает: лущение стерни дисковыми лущильниками или тяжелыми дисковыми боронами (БДТ-7, АПД-7,5, АДК Деметра) на глубину 8–10 см и проведение отвальной вспашки на глубину пахотного слоя (ППО-7-40, ППО-5-40, ПО-8-40 и др.). Лущение стерни должно быть проведено не позднее чем через 3–5 суток после уборки предшественника. Вспашка должна проводиться после внесения фосфорных и калийных удобрений. Весенняя вспашка под сахарную свеклу недопустима.

Почвозащитная технология предусматривает безотвальное рыхление почвы на глубину 20–22 см с оставлением мульчи на поверхности поля. Такая обработка рекомендована для почв, подверженных ветровой или водной эрозии.

При использовании сидератов подготовка почвы включает дискование стерни в 2 следа и прямой посев комбинированными сеялками. В конце октября зеленую массу сидерата измельчают тяжелыми дисковыми боронами, вносят органические, калийные и фосфорные удобрения и запахивают.

Весенняя обработка почвы включает закрытие влаги при физической спелости почвы на глубину 4–5 см.

Предпосевная подготовка должна быть проведена на глубину 2–4 см, агрегатами типа АКШ. Не допускается применение почвообрабатывающих агрегатов с активными рабочими органами (роторные бороны, культиваторы).

Удобрение. Сахарная свекла – культура, требовательная к почвенным условиям. Лучшими для ее возделывания являются дерново-карбонатные, дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые моренными суглинками.

Сахарная свекла в процессе вегетации выносит большое количество элементов питания. С 1 т корнеплодов и соответствующим количеством ботвы сахарная свекла выносит в среднем 4,0 кг азота, 1,6 кг P_2O_5 и 6,5 кг K_2O. Вынос элементов питания этой культурой в значительной мере зависит от вносимых удобрений, плодородия почвы и условий погоды.

Сахарная свекла хорошо реагирует на известкование. Известкование проводится пылевидной доломитовой мукой или отходом сахарного производства – дефекатом. Длительное известкование доломитовой мукой привело к тому, что содержание магния в почвах свеклосеющих хозяйств республики стало выше оптимального уровня (150 мг/га MgO). На этом фоне проявляется высокая эффективность известкования дефекатом. С гектарной нормой дефеката 8 т/га (эквивалентной 5 т/га доломитовой муки) наряду с кальцием в почву вносится 95 кг/га азота, фосфора, калия и значительное количество микроэлементов цинка, меди, марганца, бора, кобальта. Эффективность известкования проявляется и в последействии на других культурах. Вносить дефекат необходимо разбрасывателями удобрений с центробежными рабочими органами: МВУ-5А, МВУ-8, МХА-7 и др. Известкование следует проводить под предшественник или непосредственно под сахарную свеклу. Затраты на известкование дефекатом примерно в два раза меньше, чем доломитовой мукой.

В развитии сахарной свеклы имеются три периода: первый – развитие листьев, второй – рост корнеплодов и третий – накопление сахара.

В первоначальный период развития свеклы, когда ее корневая система развита слабо, необходимо в почве наличие доступных питательных веществ в непосредственной близости к прорастающему семени. Недостаток элементов питания в этот период отрицательно сказывается в дальнейшем развитии корнеплода и накопления в нем сахара. В период образования листьев большое значение имеет повышение в питательной среде удельного веса азота. Чем полнее свекла обеспечена в этот период азотным питанием, тем выше урожайность и сахаристость корнеплодов.

В период роста корнеплодов и накопления сахара снижение удельного веса азота оказывает положительное влияние на урожайность и качество сахарной свеклы. Действие фосфора и калия зависит от обеспеченности свеклы азотом.

Большое значение в правильной системе питания сахарной свеклы имеет оптимальное соотношение между отдельными элементами питания в разные периоды роста. Это соотношение обеспечивается системой удобрений, внесением органических и минеральных удобрений и сочетанием основного внесения удобрений, припосевного и подкормок.

Навоз (40–80 т/га) лучше вносить под предшественники сахарной свеклы – озимые, а под свеклу в этом случае применять только минеральные удобрения. Навоз можно вносить и непосредственно под свеклу – осенью под вспашку. Если подстилочный или жидкий навоз вносится после известкования, то необходимо сначала заделать известь. Внесение навоза на неприкрытую доломитовую муку или дефекат приводит к потерям азота.

В начале роста сахарная свекла поглощает относительно небольшое количество азота, фосфора и калия, однако в этот период она очень чувствительна к недостатку фосфора. Внесение 10–20 кг/га P_2O_5 в рядки при посеве создает благоприятный пищевой режим в первые 15–20 дней после всходов. Эффективно в припосевное удобрение вносить по 10 кг NPK в форме комплексных удобрений. В период интенсивного роста листьев свекла потребляет много азота и калия. Для формирования корнеплодов растениям требуется умеренное азотное и усиленное фосфорное и калийное питание. Максимальное поступление элементов питания в растения свеклы отмечается в июле-августе. К концу вегетации са-

харной свеклы 43 % азота, 18 % фосфора и 38 % калия теряется в результате отмирания, опадения листьев и оттока элементов питания в почву.

Сахарная свекла отзывчива на органические удобрения. Она имеет продолжительный период вегетации и хорошо использует из них питательные вещества. Важным условием эффективного использования минеральных удобрений является дифференцированное их внесение с учетом планируемого урожая и уровня почвенного плодородия (табл. 24).

Наиболее эффективные из минеральных удобрений – азотные. Каждый килограмм азота способствует увеличению урожая корнеплодов на 50–60 кг. Однако с целью улучшения качества корнеплодов максимальные дозы азотных удобрений не должны превышать 130–140 кг/га. Избыточное азотное питание приводит к накоплению альфа-аминного азота в корнеплодах и снижению чистоты клеточного сока, что в результате уменьшает выход сахара. Повышенные дозы азотных удобрений рекомендуется вносить дробно – 90–100 кг/га в основное внесение и 30–40 кг/га в подкормку. Лучшее время подкормки азотом – первая пара настоящих листьев, но не позднее четырех пар листьев. Подкормку азотом завершают до середины июня.

Фосфорные и калийные удобрения вносят под предпосевную культивацию; на связных почвах возможно осеннее внесение фосфора и калия. В основное внесение применяют все имеющиеся в республике формы азотных и фосфорных удобрений. При дозах выше N_{100} КАС, сульфат аммония вносят за 7–10 дней до посева.

Таблица 24 – **Дозы минеральных удобрений* под сахарную свеклу на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемый урожай (корнеплоды), ц/га			
		400–450	451–500	501–550	551–600
Азотные	–	110–120	120–130	130–140	140–150
Фосфорные	Менее 100	110–120	х	х	х
	101–150	100–110	110–120	х	х
	151–200	80–90	90–100	100–110	110–120
	201–300	50–55	55–60	60–70	70–80
	301–400	20–25	25–30	30–35	35–40
Калийные	Менее 80	120–140	х	х	х
	81–140	110–130	130–150	х	х
	141–200	90–100	100–120	120–140	140–150
	201–300	80–90	90–100	100–110	110–120
	301–400	35–40	40–45	45–50	50–60

* На фоне внесения 60 т/га органических удобрений;

х – при данной обеспеченности подвижными формами фосфора, калия получение планируемой урожайности экономически нецелесообразно.

В качестве калийных удобрений эффективно использовать 40 % калийную соль, которая наряду с калием содержит 20 % натрия, внесение которого увеличивает урожай корнеплодов и повышает содержание в них сахара.

В почве свеклосеющих районов Беларуси низкое содержание серы. Как серосодержащие удобрения следует использовать сульфат аммония (3–4 ц/га), фосфогипс (2 т/га) и комплексное серосодержащее удобрение.

Сахарная свекла относится к культурам, чувствительным к недостатку бора. При недостатке бора развивается гниль сердечка, снижается сахаристость, снижается урожай. Лучшим способом внесения микроудобрений является некорневая подкормка бором (200 г/га) и марганцем (50 г/га д. в.). При этом во время вегетации сахарной свеклы проводятся две некорневые обработки микроэлементами: первая – в фазе смыкания листьев в рядке, вторая – через 1–1,5 месяца после первой. Целесообразно применение борной кислоты в дозе 2–3 кг/га в почву. В почве бор связывается с органическим веществом и коэффициент его использования растениями измеряется в десятых и сотых долях процента. С урожаем сахарной свеклы 500 ц/га выносится 400 г/га бора. Две некорневые подкормки бором в фазе

10–12-го листа и повторно через 30–45 дней полностью удовлетворяют потребность в боре этой культуры.

Наряду с борной кислотой можно использовать борные удобрения, содержащие бор в органической форме, как производимые в Беларуси (МикроСтим Бор, МикроСил Бор), в которых дополнительно содержатся регуляторы роста – гидрогумат и Экосил, так и в Польше (Адоб Бор, Эколист моно Бор, Солюбор).

Опытной научной станцией по сахарной свекле разработаны составы удобрительные для некорневых подкормок «Свекла», которые состоят из борной кислоты, мочевины, сернокислых солей марганца, меди, цинка, кобальта, молибденовокислого аммония. Эти составы зарегистрированы и запатентованы и показали высокую эффективность. Первую некорневую подкормку этими составами рекомендуется проводить от смыкания растений в рядках до смыкания в междурядьях, вторую – в конце июля – начале августа, в засуху необходима третья внекорневая подкормка.

Разработаны комплексные удобрения для сахарной свеклы, сбалансированные по элементному составу с учетом плодородия почв и биологических особенностей культуры. Дозы комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под сахарную свеклу рассчитываются по азоту, возможно и по фосфору (в комплексном удобрении), в зависимости от планируемого урожая и содержания подвижных форм фосфора и калия в почве (табл. 25).

Технологическая схема применения удобрений, разработанная РУП «Институт почвоведения и агрохимии», при возделывании сахарной свеклы приводится в табл.26.

Таблица 25 – **Дозы комплексных удобрений, рекомендуемые Институтом почвоведения и агрохимии под сахарную свеклу на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых моренными суглинками почвах**

Комплексные удобрения	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемый урожай (корнеплоды), ц/га			
		300–400	401–450	451–500	501–600
		Дозы удобрений, кг/га			
		90–110**	110–120**	120–130**	130–150**
$N_{16}P_{12}K_{20}$ с B и Mn	P_2O_5 < 200 K_2O < 200	560–690*	690–750	750–810	810–940
$N_{13}P_{12}K_{19}$ с B, S и Na	P_2O < 200 K_2O < 200	690–850	850–920	920–1000	1000–1150
$N_{14}P_8K_{18}$ с B и Mn	P_2O_5 201–400 K_2O 201–400	640–790	790–860	860–930	930–1070
$N_{17}P_9K_{22}$ с B и Mn	P_2O_5 201–400 K_2O 201–400	530–650	650–700	700–770	770–880

***** Физический вес удобрения на 1 га

** доза действующего вещества азота в комплексном удобрении, по которой рассчитывается физический вес удобрения на 1 га.

Таблица 26 – **Технологическая схема применения удобрений при возделывании сахарной свеклы (урожайность 500–600 ц/га)**

Дозы удобрений	Формы удобрений	Сроки применения
Навоз 60–70 т/га	–	Осенью под вспашку
$N_{100–120}P_{60–90}K_{150–180}$	Комплексное удобрение марки 16-12-20 или КАС, мочевина, аммофос, хлористый калий	До посева
N_{30}	Мочевина	В фазе 2–4 листьев
$B_{100–300}Mn_{50}$	Борная кислота (Солюбор ДФ) и сульфат марганца или ЭлеГум-Бор и ЭлеГум-Марганец или Адоб бор и Адоб марганец	Некорневые подкормки: I-я – в фазе 10–12 листьев с добавлением мочевины до 10 кг на 200 л рабочего раствора; II-я – через 1–1,5 месяца после первой

Посев является одним из самых важных приемов технологии выращивания сахарной свеклы. От его своевременного и высококачественного проведения зависят не только урожайность и сахаристость корнеплодов, но и затраты труда на уход за посевами.

Сахарная свекла относится к культурам раннего срока сева. Посев сахарной свеклы начинают, когда почва на глубине 6–8 см прогреется до 7–8 °С, а верхний слой ее хорошо крошится и содержит достаточно влаги. Обычно это совпадает с периодом массового сева яровых колосовых культур (третья декада апреля). В отдельные годы, при раннем наступлении весны возможны более ранние сроки сева. Поздний срок сева (в мае) может приводить к потерям до 25–40 % урожая.

Норма высева семян устанавливается с учетом полевой всхожести, которая зависит от почвенно-климатических условий, окультуренности поля, влажности почв и т. д. Например, для получения планируемой густоты стояния растений к уборке – 90 тыс. га, при расчете нормы высева исходят из следующих положений:

- ожидаемое изреживание (5–10 %) – 9,0 тыс. растений;
- необходимо получить всходов – 99,0 тыс. растений;
- лабораторная всхожесть – 95 %;
- необходимо высеять – 104 тыс. семян;
- полевая всхожесть при благоприятных условиях – 75 %;
- общая норма высева составит – 130,0 тыс., т. е. 1,3 пос. ед.

Норму высева семян сахарной свеклы на 1 га, выражаемую в посевных единицах (N), можно также рассчитать по формуле:

$$N = \frac{n}{10},$$

где n – планируемое количество всходов на 1 м рядка.

Для определения количества семян, которые необходимо высеять на 1 м длины рядка в расчете на оптимальное к уборке количество растений свеклы, можно воспользоваться формулой:

$$n = \frac{m \cdot 100}{Bn},$$

где n – норма высева семян, шт. на 1 м рядка;

m – планируемое количество всходов на 1 м рядка, шт.;

Bn – полевая всхожесть семян, %.

Полевая всхожесть семян (Bn) рассчитывается как производное от величины лабораторной всхожести (Вл) и усредненного процента понижения лабораторной всхожести в полевых условиях (П). Последний показатель в среднем равен 20–25 %.

$$Bn = \frac{Вл \cdot (100 - П)}{100}.$$

Пример расчета:

$$1.\ Bn = \frac{90 \cdot (100 - 25)}{100} = \frac{6750}{100} = 67{,}5\ \%.$$

$$2.\ n = \frac{8 \cdot 100}{67{,}5} = \frac{800}{67{,}5} = 11{,}9\ \text{шт.}$$

$$3.\ N = \frac{n}{10} = \frac{12}{10} = 1{,}2\ \text{посевные единицы}$$

Таким образом, располагая семенами с лабораторной всхожестью 90 %, для того, чтобы к уборке иметь свекловичную плантацию с оптимальным количеством растений, на 1 га требуется высеять 1,2 посевных единицы.

Посев сахарной свеклы осуществляется механическими или пневматическими сеялками, обеспечивающими точную раскладку семян. Рабочая скорость механической сеялки при посеве не более 6 км/час. Пневматическая сеялка обеспечивает более точный высев

семян и позволяет развивать рабочую скорость до 7 км/час. Высевают семена сахарной свеклы сеялками точного высева ССТ-12Б(В), СТВ-12 «Полесье», AMASONE, VONOSEM, UNICORN и др.

Движение посевного агрегата должно осуществляться по следу маркера. Следует выдерживать прямолинейность движения, чтобы сократить потери при уборке. Ширина основных междурядий 45, а стыковых – 50 см.

Решающим фактором, влияющим на качество сева, является тщательная регулировка сеялки и правильная ее установка на норму высева. В связи с этим необходимо до посева тщательно проверить: наличие неправильно высевающих дисков; легкоподвижность приводного вала и дисков; свободу ячеек от загрязнений и пыли; состояние выбрасывателей, состояние сошников; состояние корпуса высевающих дисков. Во время посева следует проверять: установку высоты сцепки для горизонтальной работы сеялки; распределение семян по рядку и соблюдение заданного расстояния между ними; глубину заделки семян и их контакт с уплотненным слоем почвы; равномерность работы комкодавителя; свободу сошников и колес от налипающей сырой почвы; рабочую скорость сеялки.

Важным условием появления дружных и одновременных всходов сахарной свеклы и высококачественного выполнения последующих операций по уходу за посевами следует стремиться провести посев на всей площади поля в сжатые сроки – за 1–2 дня.

Глубина посева. При определении глубины посева сахарной свеклы необходимо, чтобы семена легли во влажную почву с ее целостной капиллярной системой, а также, чтобы рыхлый слой почвы под семенами был не более 2,5–4 см. При достаточном увлажнении на средних и тяжелых почвах глубина заделки семян – 2–3 см, на легких почвах и при недостаточном увлажнении – 3–4 см. Семена сахарной свеклы очень чувствительно реагируют на слишком глубокую их заделку. Заделка семян на глубину больше оптимальной приводит к снижению полевой всхожести, недружному и неравномерному появлению всходов.

Уход за посевами. Сахарная свекла, особенно в начальные фазы роста и развития, очень чувствительна к угнетению сорняками. Особенно следует поддерживать поле в чистоте первые 4–8 недель после всходов, от стадии 2–4 до 6–8 листьев. Засоренность посевов в данный период может вызвать снижение урожайности до 25 %. В связи с этим борьба с сорняками является решающим фактором для выращивания высоких урожаев.

Система мероприятий по химической защите сахарной свеклы

На полях, предназначенных для посева сахарной свеклы, после уборки раноубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. В случае, если семена не обработаны заводским способом, для защиты от комплекса болезней и некоторых почвообитающих вредителей проводится протравливании семян с инкрустацией препаратами: фунгицидного действия – тачигарен, 70 % СП в водорастворимой упаковке (6 кг/т); ТМТД, ВСК (10 л/т); инсектицидного действия – агровиталь, КС (90 г на пос. ед.); гаучо, КС (90 г на пос. ед.); монтур форте, КС (0,1 л на пос. ед.); форс магна, КС (0,075 л на пос. ед.).

Контроль над однолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы до посева (в засушливых условиях рекомендуется мелкая заделка препарата на глубину не более 5 см) или до всходов культуры – дуал голд, КЭ (1,6 л/га). Возможно опрыскивание почвы до посева, до всходов или в фазе 1–2 настоящих листьев культуры против однолетних двудольных сорняков препаратами голтикс, КС (5–6 л/га); пилот, ВСК (5–6 л/га). Против однолетних двудольных сорных

растений проводится опрыскивание посевов до появления всходов препаратом пирамин турбо, КС (2–2,5 л/га).

В фазе семядолей сорняков против однолетних двудольных и злаковых сорняков рекомендуется трехкратное опрыскивание посевов (первое – в фазе семядольных листьев сорняков; второе и третье по мере появления новых сорняков в ту же фазу) гербицидами бетанал эксперт ОФ, КЭ (1 л/га); бицепс гарант, КЭ (1 л/га); виктор, СК (1 л/га); ростсорн, КЭ (1 л/га). Для эффективного контроля однолетних двудольных сорняков, в т. ч. подмаренника цепкого, рекомендуется трехкратное опрыскивание в смеси с препаратами на основе десмедифама и фенмедифама (первое – в фазе семядольных листьев сорняков; второе и третье – по мере появления новых сорняков) препаратами голтикс, КС (1,5+1,5+1,5 л/га); лавина, КС (1,5+1,5+1,5 л/га); флирт, 460 г/л к.с. (1,25+1,5+2 л/га).

Эффективным приемом против однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков является двукратное опрыскивание посевов, начиная с фазы 2-х пар настоящих листьев культуры в смеси с препаратами на основе десмедифама и фенмедифама – дуал голд, КЭ (0,6–0,8 + 0,6–0,8 л/га); пирамин турбо, КС (1,25–1,5 + 1,25–1,5 л/га). Против однолетних двудольных сорняков рекомендовано опрыскивание посевов после появления всходов свеклы, в фазе семядолей – двух листьев у сорняков препаратами карибу, 50 % с.п. (водорастворимые пакеты) (30 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90); трицепс, ВДГ (20 г/га + 0,2 л/га ПАВ Адью Ж).

При произрастании в посевах видов осота, ромашки и горцев возможна обработка посевов в фазе 1–3 пар настоящих листьев культуры гербицидами агрон, ВР (0,3–0,5 л/га); лонтрел 300, ВР (0,3–0,5 л/га).

Для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов в фазе 2–6 листьев у однолетних сорняков и при высоте пырея ползучего 10–15 см следующими гербицидами: арамо 45, к.э. (1,5–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га).

В фазе всходы – 2 настоящих листа в борьбе со свекловичной блошкой, матовым мертвоедом, свекловичным долгоносиком эффективны краевые обработки до 50 м, так как наиболее высокая численность их наблюдается, как правило, на краях полей. Рекомендованы инсектициды гигант, РП (0,05–0,06 кг/га); каратэ зеон, МКС (0,15 л/га); кинфос, КЭ (0,25 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га). При запаздывании со сроками проведения данного мероприятия производится сплошное опрыскивание.

В период вегетации при достижении ЭПВ проводится опрыскивание посевов против свекловичной мухи, свекловичной тли препаратами БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,5–1 л/га); новактион, ВЭ (1,3–1,6 л/га); фуфанон, КЭ (1–1,2 л/га); против лугового мотылька, совок – децис профи, ВДГ (0,03–0,05 кг/га); золон, КЭ (3–3,5 л/га).

При появлении первых признаков заболеваний церкоспороза, мучнистой росы опрыскивание посевов фунгицидами амистар экстра, СК (0,6 л/га); колосаль Про, КМЭ (0,4–0,6 л/га); феразим, КС (0,6–0,8 л/га); эхион, КЭ (0,75–1 л/га).

Во время закладки на хранение против кагатной гнили проводится опрыскивание корнеплодов препаратом кагатник, ВРК (0,05–0,06 л/т).

Уборка из всех технологических процессов, пожалуй, самая трудоемкая и сложная из всех полевых работ. Уборку надо закончить до наступления заморозков. Оптимальные сроки уборки с 18–20 сентяря по 20 октября. Уборка осуществляется самоходными свеклоуборочными комбайнами фирм Holmer, Grimme и др.

В первую очередь уборке подлежат участки засеянные гибридами сахаристого направления (Z тип), поврежденные болезнями и вредителями, удаленные от дорог с твердым покрытием, изреженные участки и участки с большой засоренностью.

Агротехнические требования, предъявляемые к механизированной уборке: – механические повреждения корнеплодов – не более 20, в том числе сильно – до 5 %;

- наличие зеленой массы в ворохе корнеплодов – до 3 %;

- количество неподкопанных и оставшихся в почве корнеплодов не должно превышать 1 %, а утерянных на поверхности – 5 %;

- плоскость среза головки корнеплода должна проходить на уровне 1 см от места прикрепления черешка нижнего зеленого листа и не выше 2 см от верхушки головки корнеплода, поверхность среза прямая, гладкая, без сколов.

6.5 Инновации при выращивании льна-долгунца

Основные направления совершенствования выращивания льна-долгунца:

1. Селекционно-генетические инновации: Новые сорта и гибриды с\х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Технико-технологические инновации:Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х льтур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические инновации:Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Организация обучения механизаторов перед началом основных этапов работ. Новые формы организации и мотивации труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические инновации:Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

Максимальные урожаи льноволокна и семян можно получить на почвах окультуренных, если в них содержится не менее 150 мг/кг почвы подвижного фосфора (P_2O_5). Оптимальный уровень содержания подвижного калия для дерново-подзолистых почв составляет около 200 мг/кг почвы.

Лен очень чувствителен к содержанию в почве бора, цинка, меди, железа и других микроэлементов. При их недостатке снижается устойчивость растений к неблагоприятным условиям (недостатку влаги, повышении или понижении температуры и др.), болезням, повышается склонность к полеганию.

Сорта. Современные сорта льна-долгунца должны обладать высоким потенциалом продуктивности, повышенным содержанием волокна, сравнительной скороспелостью, устойчивостью к полеганию и грибным заболеваниям, быть пригодными для механизированной уборки. В каждом льносеющем хозяйстве целесообразно высевать разные по скороспелости сорта с высоким удельным весом ранне- и среднеспелых сортов.

Оптимальным считается такое соотношение сортов различной скороспелости: раннеспелые – 20–25 %, среднеспелые – 45–50 % и позднеспелые – 25–30 %.

Возделывание сортов разных сроков созревания позволяет увеличить период уборки с 8–10 до 18–20 дней, существенно повысить сезонную производительность льноуборочных комбайнов, что, в свою очередь, дает возможность убирать лен в лучшие фазы спелости и тем самым сохранить качество заготовляемого льноволокна.

В Государственный реестр сортов включен ряд сортов льна-долгунца. Хозяйственно-биологическая характеристика основных из них приведена в табл. 27.

В 2019 году в Государственный реестр сортов Беларуси было добавлено пять новых сортов льна-долгунца **ДУКАТ, МАЛАХИТ, АВИАН, ЛИЗАВЕТТА** и **ТАЛЕР**, которые районированы для выращивания во всех областях страны. А вот масличного льна стало только на один сорт больше — новичком в Госреестре стал **БИНГО**, который также проходит сортоиспытания в России.

Таблица 27 – **Хозяйственно-биологическая характеристика наиболее распространенных сортов льна-долгунца**

Сорт	Урожайность, ц/га				Содержание волокна в тресте, %	
	тресты	волокна		семян	общего	длинного
		общего	длинного			
Раннеспелые						
Пралеска	43,2	13,2	7,3	6,2	30,5	16,8
Борец	47,6	14,9	8,3	7,2	31,1	17,4
Ритм	49,3	15,6	9,1	7,2	31,6	18,5
Ярок	48,5	16,1	8,9	5,9	33,2	18,3
Левит 1	47,3	16,6	8,3	6,5	35,2	17,5
Задор	44,4	14,4	8,3	8,2	32,5	18,8
Ласка	54,7	17,4	10,6	7,8	31,8	19,4
Веста	51,8	16,2	9,5	7,8	31,3	18,3
Среднеспелые						
Блакит	47,8	14,9	8,3	6,8	31,1	17,4
Ива	49,4	15,9	8,2	7,0	32,2	16,6
Алей	50,2	16,3	9,0	7,4	32,5	18,0
Заказ	48,6	16,2	9,7	6,6	33,4	20,0
Бренд	45,2	14,7	10,1	7,0	32,6	22,4
Позднеспелые						
Василек	47,5	14,7	9,4	6,2	30,9	19,7
Табор	45,7	15,2	8,0	6,8	34,9	17,5
Веліч	56,1	18,5	10,6	6,6	33,0	18,9

Предшественники. Хорошие предшественники для льна – озимые и яровые зерновые, зернобобовые. Не допускаются посевы льна после кукурузы, картофеля, корнеплодов, крестоцветных культур, клевера и по пласту многолетних трав. Допустимый срок возврата льна на прежнее поле: 5–6 лет.

Система обработки почвы.

После уборки зернового предшественника не позднее, чем через 3–5 дней проводят лущение стерни на глубину 5–7 см дисковыми лущильниками (АПД-4, АПД-6, АПД-7,5 и др.) или чизельно-дисковыми культиваторами и агрегатами типа КПМ-4, КЧД-6, АКМ-4, АКМ-6 и др.

Вспашку после лущения стерни проводят через 10–14 дней при появлении всходов сорных растений, а после обработки гербицидами – через 15–20 дней оборотными плугами для гладкой пахоты (ППО(4+1)-40КЗ, ППО-5-40 и др.) или плугами общего назначения (ПКМ-5-40Р, ПКМ-6-40Р и др.) на глубину пахотного слоя почвы. Весновспашка не допускается.

Культивацию проводят по типу полупара. Используют культиваторы типа КПС-6, КП-8 и др. на глубину 10–12 см.

Весеннюю культивацию необходимо начинать при наступлении физической спелости почвы культиваторы типа КПС-6, КП-9 и др. на глубину 8–10 см.

Предпосевная обработка почвы проводится в день посева на глубину заделки семян на легких супесчаных и легкосуглинистых почвах агрегатами типа АКШ, а на легко- и среднесуглинистых – типа АКП-4, АКП-6 с активными рабочими органами.

При использовании комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов с активными и пассивными рабочими органами отдельное выполнение предпосевной обработки почвы не требуется.

Удобрение. Лен-долгунец – культура высокочувствительная к пищевому режиму. Высокая требовательность к плодородию почвы объясняется слаборазвитой корневой системой с невысокой усвояющей способностью и коротким вегетационным периодом. Лен плохо использует питательные элементы из труднодоступных соединений почвы.

С 1 т основной продукции с учетом побочной лен выносит 58,1 кг азота, 22,9 кг P_2O_5, 73,0 кг K_2O, 15,0 кг CaO, 7,8 кг MgO и 16,0 кг SO_4.

Критические периоды в питании растений по азоту – от фазы «елочка» до бутонизации, фосфору – от всходов до образования 10–12 листьев (до фазы «елочки») и по калию – в первые три недели роста (фаза «елочки»), а также в фазе бутонизации, когда калий необходим растениям для образования семян и волокна.

При недостатке азота рост льна задерживается, образуются короткие и тонкие однокоробчатые растения, не обеспечивается высокий урожай. В то же время избыток азота усиливает образование листьев, при этом стебель затеняется, быстро вытягивается и полегает, так как механические ткани не успевают окрепнуть. Образуется рыхлое непрочное волокно, задерживается созревание семян.

Фосфорное голодание приводит к приостановлению роста стебля, уменьшению его технической длины, снижению урожая семян и прочности волокна.

Недостаточное калийное питание в первые три недели после всходов ослабевает образование волокна, а после бутонизации ухудшает качество и снижает урожай волокна.

К фазе «елочка», когда рост незначителен, растения льна усваивают 16–36 % азота, 6–15 % фосфора и 11–12 % калия от общего потребления этих элементов. К моменту цветения лен усваивает 60–84 % азота, 63–80 % фосфора и 71–90 % калия от общего потребления в зависимости от сортовых особенностей. Максимальное количество элементов питания лен получает в период быстрого роста от конца фазы «елочка» до цветения.

Лен – типичный хлорофоб. Хлор снижает урожай и ухудшает его качество.

При определении доз удобрений под лен возникает ряд специфических трудностей, обусловленных биологическими особенностями этой культуры (невысокая усвояющая способность корневой системы, короткий период их потребления, повышенная чувствительность к концентрации почвенного раствора и недостатку влаги). Лен больше чем другие культуры требует соблюдения доз и правильного соотношения элементов питания, равномерного распределения удобрений по полю.

На почвах, хорошо обеспеченных азотом (содержание гумуса 2 % и более), соотношение между азотом, фосфором и калием должно составлять 1:3:4, а бедных (меньше 1,5 % гумуса) – 1:2:2. Система для льна-долгунца рекомендуется трехчленная: основное (допосевное) внесение удобрений, припосевное в рядки при посеве и подкормка микроэлементами.

Наиболее пригодными и пригодными почвами для возделывания льна являются дерново-подзолистые автоморфные (нормального увлажнения) и временно избыточно увлажненные средне- и легкосуглинистые, связносупесчаные, подстилаемые моренными суглинками и песками, а также рыхлосупесчаные, подстилаемые моренными суглинками ближе 1 м.

Не следует размещать посевы льна на полях мелкоконтурных, крутосклоновых и завалуненных.

При подборе почв для посева льна определяющим фактором является показатель кислотности почвы. Для льна оптимальное значение pH_{KCl} находится в узком интервале 5,0–5,6 единиц. При посеве на почвах с pH_{KCl} более 6,0 единиц лен поражается кальциевым хлорозом, в силу чего резко снижаются урожайность и качество волокна.

При уровне pH 5,7–5,8 избыток кальция можно нейтрализовать дополнительным внесением калийных удобрений.

На урожайность льна отрицательно действует также повышенное содержание в почве алюминия. Избыток подвижного алюминия (более 2 мг/кг почвы) вызывает токсикоз, стеблестой изреживается, урожайность снижается. Лен чувствителен к недостатку бора и цинка и особенно на известкованных почвах.

Важнейший фактор, обеспечивающий высокую урожайность и качество льноволокна – сбалансированное питание растений (макро-, и микроэлементами).

Рекомендуемые дозы минеральных удобрений под лен-долгунец приведены в табл. 28.

Максимально допустимой дозой азота при размещении посевов льна после небобовых предшественников является 35 кг/га д. в. Если лен возделывается после зернобобовых и

пропашных, по обороту клеверного пласта (зерновые), то дозы азотных удобрений необходимо уменьшить на 10–15 кг/га д. в. Более высокие их дозы приводят к полеганию стеблестоя, усиливают заболеваемость растений, снижают урожай и качество льнопродукции.

В рядки при посеве следует применять 15–20 кг/га д. в. P_2O_5. Можно использовать комплексные удобрения аммофос и аммонизированный суперфрсфат.

Таблица 28 – **Дозы минеральных удобрений под лен на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (волокно), ц/га				
		7–9	9–11	11–13	13–15	15–20
Азотные	-	25–30	30–35	30–35	30–35	30–35
Фосфорные	Менее 100	–	–	–	–	–
	101–150	80–90	–	–	–	–
	151–200	70–80	80–90	–	–	–
	201–300	50–60	60–70	80–90	90–100	100–110
	301–400	15–20	15–20	20–30	40–50	50–60
Калийные	Менее 80	–	–	–	–	–
	81–140	110–120	–	–	–	–
	141–200	90–110	110–130	–	–	–
	201–300	70–90	90–110	110–130	140–160	160–180
	301–400	30–40	40–50	40–50	60–70	70–80

В настоящее время разработаны марки комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений, содержащие необходимые макро- и микроэлементы (бор, цинк, железо, и, при необходимости, регуляторы роста растений)**,** в том числе: марка NPK – 6:21:32 с B, Zn, Fe предназначена для почв с низким содержанием фосфора; NPK – 5:16:35 с B, Zn, Fe – для почв со средним и повышенным содержанием фосфора и низким содержанием калия; NPK – 7:15:29 с B, Zn, Fe – для почв с высоким содержанием фосфора и калия. Удобрения рекомендуются для внесения в основную заправку почвы.

Дозы комплексных удобрений на дерново-подзолистых почвах под лен-долгунец рассчитываются по азоту в зависимости от уровня планируемой урожайности и содержания в почве подвижных соединений фосфора и калия (табл. 29).

При отсутствии в хозяйствах комплексных форм удобрений для льна рекомендуется применение стандартных форм удобрений (азотных, фосфорных, калийных).

Таблица 29 – **Дозы комплексных удобрений под лен-долгунец на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Комплексные удобрения	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемый урожай (волокно), ц/га			
		7–9	10–12	13–15	>16
		Дозы удобрений, кг/га			
$N_6P_{21}K_{32}$ с 0,22% (B), 0,30% (Zn) и 0,2% (Fe)	P_2O_5 101–250 K_2O 200–400	**250*** $N_{15}P_{53}K_{80}$	**330** $N_{20}P_{70}K_{105}$	**400** $N_{24}P_{84}K_{128}$	**500** $N_{30}P_{105}K_{160}$
$N_5P_{16}K_{35}$ с 0,17% (B), 0,26% (Zn) и 0,2% (Fe)	P_2O_5 250–400 K_2O 140–200	**300*** $N_{15}P_{48}K_{105}$**	**400** $N_{20}P_{64}K_{140}$	**500** $N_{25}P_{80}K_{175}$	**600** $N_{30}P_{96}K_{210}$

***** Физический вес удобрения на 1 га, кг;

** доза внесения на 1 га действующего вещества, кг.

Технологические схемы применения удобрений под лен приводятся в табл. 30.

В зависимости от степени кислотности почв рекомендуются три варианта системы удобрения льна-долгунца, которые обеспечивают максимальное снижение поражаемости растений кальциевым хлорозом.

Таблица 30 – **Технологическая схема применения макро- и микроудобрений при выращивании льна-долгунца (урожайность льноволокна 10–12 ц/га)**

Дозы удобрений	Формы удобрений	Сроки применения
pH 5,5–5,6		
$N_{20–30}P_{60–90}K_{90–120}$	Комплексное удобрение марки 5-16-35 **или** 6-21-32 **или** аммофос и хлористый калий	До посева
$B_{30–75}Zn_{46–92}$	Адоб-Бор, Адоб-Цинк Или МикроСтим-бор, МикроСтим-Цинк	Некорневая подкормка: В фазе всходы-начало фазы «елочка» (до высоты растений 4–5 см) в баковой смеси с инсектицидом против льняной блошки. Расход рабочего раствора 200 л/га.
pH 5,7–5,9		
$N_{20–30}P_{60–90}K_{150–180}$	Комплексное удобрение марки 5-16-35 **или** 6-21-32 **или** аммофос и хлористый калий	До посева
$B_{30–75}Zn_{46–92}$	Адоб-Бор, Адоб-Цинк Или МикроСтим-бор, МикроСтитм-Цинк	Некорневая подкормка: В фазе всходы – начало фазы «елочка» (до высоты растений 4–5 см) в баковой смеси с инсектицидом против льняной блошки. Расход рабочего раствора – 200 л/га
pH 6,0–6,2		
$N_{20-30}P_{60-90}K_{180-210}$	Комплексное удобрение марки 5-16-35 **или** 6-21-32 **или** аммофос и хлористый калий	До посева
$B_{30–75}Zn_{46–92}$	Адоб-Бор, Адоб-Цинк Или МикроСтим-бор, МикроСтим-Цинк	Некорневые подкормки: 1-я – в фазе всходы-начало фазы «елочка» (до высоты растений 4–5 см) в баковой смеси с инсектицидом против льняной блошки; 2-я – через 7–10 дней после первой. Расход рабочего раствора – 200 л/га

Для внесения твердых комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под лен применяют штанговые машины РШУ-12, СУ-12, МТТ-4Ш, или центробежные машины РДУ-1,5, РУ-2000, «Alfa», «Rauch», которые обеспечивают равномерное внесение удобрений.

Из **микроэлементов** для льна наиболее важны бор и цинк. Лучшим способом их применения являются некорневые подкормки в фазе «елочки» – 150 г/га д. в. бора и 250 г/га д. в. цинка (можно совмещать с химической прополкой посевов).

Подготовка семян к посеву и посев. Посев льна ведут элитными (ЭС) или репродукционными ($РС_{1–3}$) семенами высоких посевных кондиций с чистотой не менее 97–98 %, имеющих всхожесть не ниже 80–90 %, общей зараженностью возбудителями болезней не более 10–20 % в зависимости от категории семян по этапам семеноводства.

Для повышения посевных качеств семян применяют основную, а в случае необходимости дополнительную очистку. Основную очистку семян проводят после уборки перед засыпкой на хранение машинами МЗУ-40, ОС-4,5, ОС-4,5А, МВ-2,5, СМ-4, К531/1 «Петкус-Гигант», К-522. Для очистки семян льна от трудноотделяемых семян сорных растений, особенно плевела льняного, используют семяочистительную установку СОМ-300, а также электромагнитные машины ЭМС-1А и СМШ-0,4 с предварительной обработкой семян магнитным порошком – трифолином.

Для обеззараживания семена за две-три недели до посева протравливают одним из следующих протравителей: витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (1,5–2 л/т); винцит, КС (1,5–2, л/т); раксил ТМ, гель (5 кг/т); раксил ультра, КС (0,2–2 л/т); фенорам супер 70 % с.п. (2 кг/т); максим, КС (2 л/т); круйзер рапс, СК (1–1,2 л/т). При этом целесообразно использовать метод инкрустации. Для усиления защитного эффекта протравителей к ним, особенно при повышенной зараженности бактериозом и другими болезнями, рекомендуется добавлять микроэлементы: борную кислоту (17 %) – 125–250 г/ц, молибденово-кислый аммоний (52 % – 200 г/ц) и сернокислый цинк (22,7 %) – 20–350 г/ц. Инкрустация семян снижает поражение посевов льна болезнями в 2–3 раза и повышает их урожайность на 15–25 %.

Для протравливания семян льна применяют машины ПС-10, ПСШ-5, «Мобитокс супер», «Аграно».

Посев. Сроки сева льна выбирают с таким расчетом, чтобы получить дружные всходы и заданную густоту. Лен ранних сроков сева раньше созревает, уборка урожая и приготовление тресты проходят в лучших условиях, что способствует повышению урожая и качеству льнопродукции. При запаздывании с посевом лен в большей мере поражается болезнями, особенно ржавчиной, и более склонен к полеганию, что в конечном итоге приводит к снижению урожая и его качества.

Оптимальные сроки посева льна наступают при достижении почвой на глубине 5–10 см температур 7–8 ºС и влажности 50–60 % от полной влагоемкости. Посев необходимо провести в сжатые сроки, за 4–5 дней. На легких супесчаных почвах лен следует сеять раньше, чем на более связных суглинистых и глинистых.

Высокий урожай льна с хорошим качеством волокна можно получить только при оптимальной густоте стеблестоя, которая определяется нормой высева. Установлено, что нормы высева льна-долгунца следует дифференцировать в зависимости от плодородия почвы, доз удобрений, устойчивости сорта к полеганию. При посеве на хорошо окультуренных почвах норма высева семян составляет – 18–20 млн., среднеокультуренных – 20–22 млн. всхожих семян на 1 га. Указанные нормы высева обеспечивают оптимальную густоту стеблестоя к моменту уборки – 1700–1800 растений на 1 м^2 и надежную устойчивость его к полеганию.

Для установления весовой нормы высева по количеству хозяйственно годных семян пользуются следующей формулой:

$$X = \frac{А \cdot Б \cdot 100}{В},$$

где Х – норма высева семян, кг/га;

А – число высеваемых семян, млн.шт./га;

Б – масса 1000 семян, г;

В – посевная годность семян, %.

Посевная годность определяется по формуле:

$$В = \frac{С \cdot Т}{100},$$

где С – лабораторная всхожесть семян, %;

Т – чистота семян, %.

Глубина заделки семян на суглинистых почвах составляет 1,0–2,0 см, а на супесчаных – 2,0–3,0 см. Способ посева узкорядный с шириной междурядий 7,5 см. Обычно используют специальные льняные сеялки СЗЛ-3,6, которые для полноты заделки семян оборудуются легкими прутковыми каточками. Высокое качество сева обеспечивают сеялки СПУЛ-4; СПУ-6МЛ; Амазоне Д-303 «Лемкен»; АПП-3АЛ; АПП-3АБ-АА. Обязательным агротехническим приемом является применение технологической колеи.

Уход за посевами льна-долгунца включает своевременное разрушение почвенной корки, борьбу с сорняками, вредителями и болезнями. Корка образуется обычно на глинистых почвах при обильном выпадении осадков в период от посева до появления всходов и установившейся в этот период жаркой сухой погоды. Почвенная корка способствует уси-

ленному испарению почвенной влаги, препятствует доступу кислорода к семенам, затрудняет выход проростков льна на поверхность. Для ее разрушения применяют легкую зубовою борону ЗБП-0,6 А или сетчатую борону БСО-4А, пуская их поперек прохода посевного агрегата. Если семена еще не проросли, почвенную корку можно разрушить кольчатыми катками или ротационными матыгами.

Система мероприятий по химической защите льна-долгунца

На полях, предназначенных для посева льна-долгунца, после уборки раноубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. Для защиты от комплекса болезней и вредителей всходов (льняные блошки) проводится протравливании семян с инкрустацией препаратами: фунгицидного действия – витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (1,5–2 л/т); ламадор, КС (0,15 л/т); тебу 60, МЭ (0,4–0,5 л/т); ТМТД, ВСК (3–5 л/т); инсектицидного действия – имидор Про, КС (2,5 л/т); табу, ВСК (1 л/т); инсекто-фунгицидного действия – круйзер рапс, СК (1–1,2 л/т).

Для борьбы с однолетними двудольными сорняками проводится опрыскивание почвы после посева до всходов льна-долгунца препаратом каллисто, КС (0,2–0,3 л/га).

В фазе начало всходов против льняных блошек проводится краевая обработка полей шириной 30–50 м препаратами: децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); каратэ зеон, МСК (0,1–0,15 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га).

Для снижения поражения растений льна возбудителями таких болезней, как антракноз, фузариоз, пасмо, в фазе «елочки» проводится опрыскивание фунгицидами: амистар экстра, СК (0,5 л/га); азофос модифицированный, 50 % к.с. (4 л/га); рекс дуо, КС (0,6 л/га); феразим, КС (1 л/га).

Контроль над однолетними двудольными сорняками осуществляется при обработке посевов при высоте растений 3–10 см следующими препаратами: агритокс, в.к. (0,7–1,2 л/га); гербитокс, ВРК (0,7–1,2 л/га). Против однолетних двудольных сорняков, в т. ч. устойчивых к 2М-4Х, рекомендованы базагран, 480 г/л в.р. (3–4 л/га); хармони, 75 % с.т.с. (10–25 г/га); хармони, 10–15 г/га + агритокс, 0,7 л/га.

При опрыскивании посевов в фазе «елочки» культуры (против мари белой в фазе не более 2-х настоящих листьев сорняка) гербицидами секатор турбо, МД (0,05–0,1 л/га); магнум, ВДГ (8–10 г/га); пикадор, ВДГ (15–20 г/га) уничтожаются однолетние двудольные сорняки, в т. ч. устойчивые к 2М-4Х и некоторые многолетние двудольные.

При произрастании в посевах видов осота возможна обработка посевов в фазе розетки сорняков гербицидами агрон, ВР (0,3 л/га); лонтрел 300, ВР (0,1–0,3 л/га).

Для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов в фазе 2–6 листьев у однолетних сорняков и при высоте пырея ползучего 10–15 см следующими гербицидами: арамо 45, к.э. (1,5–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га).

В фазе бутонизации против льняной плодожорки, совки-гамма, льняного трипса при достижении ЭПВ проводится опрыскивание посевов: БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,5–1 л/га); данадим эксперт, КЭ (0,5–0,9 л/га); новактион, ВЭ (0,5–1 л/га).

За 10–14 дней до уборки проводится предуборочная десикация растений в фазе ранней желтой спелости семян при побурении 85 % головок препаратами: глисол евро, ВР (2–3 л/га); радуга, ВР (2–3 л/га); реглон супер, ВР (1 л/га).

В период хранения в складских помещения производится раскладка отравленных приманок против грызунов (домовая мышь, серая и черная крысы): шторм, восковые брикеты (0,3–2,0 брикета в каждый приманочный ящик).

Уборку льна-долгунца следует начинать в фазе ранней желтой спелости и заканчивать не позднее желтой спелости (этот период длится 8–12 дней). При определении сроков

уборки необходимо наряду со спелостью льна учитывать и степень полегания. Чтобы не допускать подгнивания стеблей полеглого льна, его следует убирать раньше.

В зависимости от условий применяют комбайновую, сноповую и раздельную уборку льна. В нашей республике в настоящее время применяются однофазная (комбайновая), сноповая и частично однофазно-рулонная уборка льна.

Для комбайновой уборки льна необходимо подготовить поле: отметить вешками препятствия (камни, ямы, кусты и др.), разбить на загоны площадью 5–10 га с предварительной подготовкой проходов шириной 6 м и поворотных полос в конце загона шириной 12 м.

Теребить лен необходимо гоновым способом с прямолинейным движением льнокомбайна. Это позволяет снизить потери урожая, обеспечить эффективную работу комбайнов и других машин.

Если в хозяйстве имеется несколько сортов льна с различными сроками созревания и репродукциями, во избежание их механического засорения необходимо тщательно очищать льнокомбайны после уборки, обмолота и очистки семян при переходе на уборку другого сорта.

Для уборки льна применяют комбайны марки ЛК-4А (ЛК-4Т), ГЛК-1,5 которые агрегатируются с тракторами МТЗ различных модификации или самоходный комбайн КЛС-3,5. Льнокомбайнами проводят: теребление льна, очесывание семенных коробочек, растил соломы в ленту на льнище, сбор вороха в тракторный прицеп, 2ПТС-4.

Участки льна, полегшего в одном направлении, следует убирать против полеглости или под углом к ней, проезжая в холостую по той стороне участка, где направление полеглости совпадает в направлением движения агрегата.

Сильно полегший и спутанный лен рекомендуется убирать комбайном с отключенным очесывающим барабаном. Полегший лен теребят на пониженных скоростях движения и при повышенных оборотах вала отбора мощности трактора.

Уборка льностресты. Для ускорения процесса вылежки льносоломы, получения однородного цвета тресты и степени вылежки, разостланные ленты необходимо, в зависимости от погодных условий, периодически (до 3 раз) оборачивать.

Первое оборачивание лент проводят на 6–10 день после теребления, когда отделяемость волокна от древесины у стеблей верхнего слоя составляет 2,3–2,5 единиц.

Второе оборачивание проводят в случае выпадения осадков и уплотнения разосланных лент. Это способствует лучшей аэрации стеблей и удалению избыточной влажности. Непосредственно перед подъемом лент тресты с целью ускорения вылежки нижнего слоя и улучшения качества подъема оборачивание лент проводят в третий раз.

Оборачивание лент осуществляется навесными оборачивателями ОЛБ-1, ОЛ- 1 и ОД-1, агрегатируемые с трактором класса 6 к Н (Т-25, Т-25А).

Когда разостланная лента сильно уплотнена и начинает прорастать сорняками в нижнем ее слое создается повышенная влажность и затрудняется воздухообмен. Поэтому перед оборачиванием лент целесообразно провести вспушивание их агрегатами ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3 или вспушивателем – порциобразователем ВПН-1. Ворошение льнотресты перед прессованием в рулоны снижает засоренность льносырья.

Для уборки тресты в рулоны может быть использовано льносырье с засоренностью не более 10 % и влажностью 23 %. Ленты должны быть сплошными, прямолинейными, без перекосов стеблей, с горстевой длиной не менее 60 см и растянутостью стеблей не более 1,2.

Для прессования льнотресты в рулоны используют рулонные прессподборщики ПРП-1,6 с приспособлением ПРЛ-1 для уборки льна, ПРФ-145, ПРФ-110Л, ПРЛ-150.

Подбор рулонов, погрузка их в транспортные средства, а также разгрузка и укладка рулонов льносоломы в штабель в местах хранения осуществляется фронтальным погрузчиком ПФ-05 с приспособлением ППЛ-05.

6.6 Инновации при выращивании кормовых трав

В настоящее время в кормопроизводстве Республики Беларусь нерешенными остаются три основные проблемы:

- дефицит кормов;
- низкая белковость кормов. На сегодняшний день обеспеченность одной кормовой единицы переваримым белком не превышает 85 г при зоотехнической норме 110–115 г. По этой причине ежегодный перерасход кормов в республике составляет от 30 до 45 % или 2,5 млн. тонн корм. ед.;
- высокая себестоимость кормов. Данная проблема непосредственно связана с двумя предыдущими и, кроме того, с большими затратами при выращивании целого ряда кормовых культур.

Для решения указанных проблем необходима оптимизация структуры кормовых угодий, включающая организацию видового и сортового ассортимента кормовых угодий таким образом, чтобы получить наибольшее количество кормовых единиц максимальной белковости с наименьшими материальными и энергетическими затратами. По сути, это задача оптимизации, которая должна решаться с использованием компьютерных моделей. Но в любом случае компьютерная программа будет рекомендовать расширение посевов многолетних бобовых трав, поскольку энергозатраты при выращивании бобовых трав в 2,2 раза меньше, чем при выращивании многолетних злаковых трав, и в 3,5–4 раза меньше, чем при выращивании однолетних трав и кукурузы, так как многолетние бобовые травы не требуют азотных удобрений, средств защиты растений, большого расхода семян. Кроме того, посевы многолетних трав можно использовать 1,5–3 года. В то же время, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином у бобовых на 70–75 % выше, чем у других кормовых культур.

Считается, что достаточно иметь 8–10 % семенников многолетних бобовых трав от их посевной площади.

В структуре многолетних трав на пашне бобовые должны составлять 60 %, бобово-злаковые смеси – 30–32 %.

Многолетние бобовые травы предназначены главным образом для кормовых целей. Их выращивание позволяет увеличить продуктивность поля до 100–120 ц/га корм. ед. (эквивалентно аналогичной урожайности зерна овса). При этом качество корма значительно выше, чем у других кормовых культур. Например, сбор переваримого белка составляет 15–16 ц/га (при 20–24 % в сухой массе). Кроме того, сухая масса многолетних бобовых трав, скошенных в конце бутонизации, богата каротином (провитамин А) до 600 мг/кг, жиром (около 3 %), безазотистыми экстрактивными веществами (до 45 %), кальцием (до 2,4 %), фосфором (до 0,36 %), а также микроэлементами (Cu, Mn, B, Mo, Co) и витаминами С (до 210 мг/кг), Е (до 150 мг/кг), К (150–200 мг/кг), В (5–6 мг/кг), Р и РР (никотиновая кислота). Наиболее выгодно и просто из многолетних бобовых трав готовить сенаж. Однако пригодны они и для приготовления силоса (в смеси с сахаросодержащими культурами), сена (при использовании косилок-плющилок), травяной муки, брикетов, зеленого корма, включая пастбищный, и др.

Важное агротехническое значение многолетних бобовых трав обусловлено их способностью вовлекать симбиотический азот (до 170–200 кг/га). Это позволяет не только практически исключить из их агротехники азотные удобрения, но и значительно уменьшить нормы внесения последних под последующие культуры в севообороте. При этом следует помнить, что количество азота, оставляемого бобовыми травами в почве, снижается опережающими темпами по мере уменьшения их урожайности. Многолетние бобовые травы улучшают агрофизические свойства почвы и повышают ее плодородие за счет корневых и поукосных остатков (люцерна 3-го года пользования – до 76 ц/га сухого вещества), в которых соотношение C:N достаточно благоприятное и составляет 12:1. Многолетние бобовые травы – единственная группа культур, выращивание которых позволяет существенно

повысить содержание гумуса в почве. Они являются лучшими предшественниками для большинства других культур, включая озимую пшеницу и тритикале. Их урожайность увеличивается на 20–25 % по сравнению с посевами по другим предшественникам.

Велико и противоэрозионное значение многолетних бобовых трав в плане защиты от ветровой и водной эрозии почв.

Новые сорта: **ЯТВЯГ.** Диплоидный раннеспелый сорт. Имеет среднее число междоузлий 7-8. В фазу цветения вступает в начале второй декады июня. За вегетационный период формирует 3 укоса. Вегетационный период от начала весеннего отрастания до 1 укоса – 70-75 дней; от 1-го до 2 укоса– 40-45 дней; от 2-го до 3 укоса 50-55. Средняя высота травостоя первого укоса 95 см, второго 75-80 см, третьего 60-65 см. Средняя урожайность зеленой массы за 3 укоса – 989 ц/га, сухого вещества 161,6 ц/га. Содержание протеина в сухом веществе 16,0%. Имеет устойчивую семенную продуктивность. Средняя урожайность семян в КСИ – 3,16 ц/га. Масса 1000 семян – 1,8-2,0 г. Формирует семена высоких посевных кондиций. Зимостоек. Технологичен при уборке на корм и семена. Сорт способен полно реализовывать заложенный в нем генетический потенциал при размещении его на плодородных, высоко окультуренных почвах с хорошей водоудерживающей способностью, при нормативном внесении средств интенсификации.

Удобрение клевера лугового. Известкование почвы под клевер проводят полной дозой и по возможности за год или за 2 года до его посева.

Клевер, как правило, высевают под покров ячменя, однолетних трав, озимой ржи. Клевер луговой положительно реагирует на применение органических удобрений под предшественник. При внесении под покровную зерновую культуру 30–40 т/га навоза клевер быстрее растет в начальный период, повышается надежность его сохранения под покровом и в период зимовки.

Под покровную культуру рекомендуется вносить не более 60 кг азота. При больших дозах азота наблюдается угнетение клевера зерновыми покровными культурами, что отрицательно отражается на сохранности всходов и последующей продуктивности всходов.

Главным критерием определения доз фосфорных и калийных удобрений клевера являются данные по содержанию подвижных форм фосфора и калия в почве и планируемой урожайности клевера (табл. 31). Фосфорные удобрения можно вносить в запас или весной после перезимовки (1 год пользования) в начале возобновления весенней вегетации. Для калия предпочтительнее также весенние подкормки.

Если дозы калия выше 90 кг/га, то их лучше применять дробно под укосы, что обеспечит эффективное использование растениями и снизит потери калия из почвы. В случае, когда растения клевера лугового вышли из-под покрова ослабленные, в первый год его жизни необходима подкормка фосфором и калием. Фосфорные и калийные удобрения способствуют накоплению сахаров в корневых клетках растений клевера и, тем самым, уменьшают выпадение клевера во время зимовки. Оптимальной дозой удобрения в зависимости от уровня плодородия почвы в подкормку клевера осенью, после уборки покровной культуры, является $P_{30–60}K_{50–90}$.

На почвах 1 и 2 групп обеспеченности бором и молибденом клевер нуждается в борных и молибденовых удобрениях, которые можно внести в некорневую подкормку в фазе бутонизации клевера в дозе 50 г/га бора и 25–50 г/га молибдена. Особенно важно провести подкормку микроэлементами при выращивании клевера на семена. Предпочтительнее с точки зрения энергосбережения предпосевная обработка семян молибдатом аммония в дозе 20 г д. в./ц семян и борной кислотой в дозе 30–50 г д. в./ц семян.

Таблица 31 – **Дозы минеральных удобрений под многолетние травы на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Бобовые травы* (зеленая масса)			Злаковые травы ** (сено)			Бобово-злаковые травы (сено)		
		Планируемая урожайность (семена), ц/га								
		200–300	301–400	401–500	40–60	61–80	81–100	40–60	61–80	81–100
Азотные	–	–	–	–	80–100	110–130	130–150	50–60	60–70	70–90
Фосфорные	Менее 100	70–100	х	х	70–100	х	х	70–100	х	х
	101–150	60–80	х	х	60–80	х	х	60–80	х	х
	151–200	50–70	70–90	х	50–70	70–90	х	50–70	70–90	х
	201–300	40–50	50–60	60–70	40–50	50–60	60–70	40–50	50–60	60–70
	301–400	–	20–30	30–40	–	20–30	30–40	–	20–30	30–40
Калийные	Менее 80	120–150	х	х	120–150	х	х	120–150	х	х
	81–140	110–140	х	х	110–140	х	х	110–140	х	х
	141–200	100–120	120–140	–	100–120	120–140	х	100–120	120–140	х
	201–300	70–100	100–120	120–140	70–100	100–120	120–140	70–100	100–120–	120–140
	301–400	30–40	40–50	50–60	30–40	40–50	50–60	30–40	40–50	50–60

* Клевер, люцерна, галега восточная (козлятник), донник, лядвинец рогатый.

** Тимофеевка луговая, ежа сборная, овсяница, листохвост луговой, мятлик, кострец безостый, райграс пастбищный, полевица, двухкисточник.

Важным компонентом современной технологии возделывания бобовых многолетних трав являются инокуляция семян перед посевом и применением регуляторов роста растений. Для увеличения азотфиксации семена бобовых трав обрабатывают Сапронитом в дозе 1,0 л/т семян. Регуляторы роста рекомендуется применять в фазе начала стеблевания клевера из расчета 350 г/га квартазина или 50 мл/га эпина. Прибавка урожая зеленой массы клевера от регуляторов роста составляет 2,5–6,3 т/га, от Сапронита – 5,6–7,2 т/га.

Нормы высева, сроки и способы посева. Клевер слабо реагирует на изменение нормы высева. При малых нормах высева тщательно подбирают покровные культуры, строго соблюдают агротехнику. Оптимальная густота травостоя на кормовые цели – 100 растений, а при выращивании на семена к уборке надо иметь 80–90 (иногда и 60) растений на 1 $м^2$. Учитывая невысокую общую выживаемость (около 20 %) в силу твердокаменности семян и низкой полевой всхожести штучная норма высева семян на кормовые цели в чистом посеве составляет – 6,0–6,5 млн. шт., на семена – 3,5–4 млн. шт/га семян 100 % посевной годности. С учетом массы 1000 семян весовая норма высева при штучной 3,5–4,5 млн. шт/га составит: для клевера лугового тетраплоидного – 6–8 кг/га, диплоидного – 5–6 кг/га.

Под яровые клевер, при наличии зернотравяной сеялки, подсевается одновременно с севом покровной культуры. Способ посева клевера и его смесей рядовый.

После посева покровной культуры (чем раньше, тем лучше) поперек рядков: СПУ-4(6) с дисковыми сошниками; С-6; СПТ-7,2; СЗ-3,6 (5,4); СПР-6 и др. После посева, а в случае необходимости и до посева, поле прикатывают катками.

Посев трав по вегетирующим озимым культурам – при первой возможности выезда в поле. Сеялки – СПУ-4(6); СПТ-7,2; СЗ-3,6 и др. Посев производится поперек рядков озимых. Заделка семян осуществляется средними, реже легкими боронами. Аналогичные сеялки, а также СПУ-4 (6); С-6 используются и при беспокровных посевах, но заделка семян при этом осуществляется каточками или цепями.

Глубина заделки семян –1–1,5 см на тяжело- и среднесуглинистых почвах и до 2 см на легких суглинках и супесях. Расположение рядков – с севера на юг.

Уход за семенниками трав в год посева

Уборку зерновой покровной культуры проводят только в сухую погоду. Зерноуборочные комбайны или оборудуют измельчителями соломы типа ПУН-5 (6) или ее расстилают в ленту с последующим подбором рулонным пресс подборщиком. При полегании покровной культуры ее убирают в фазе молочно-восковой или восковой спелости для приготовления зерносенажа, кормоуборочными комплексами: КСП-3000 «Полесье», Полесье-1500, КСК-100, Е-280, КПКУ-75 и др. Этими же машинами убирают и покровные однолетние травы в фазе выметывания овса и начала цветения гороха, вики.

Обычно высоту стерни оставляют в пределах 10–12 см, иногда выше (до 20 см), если подсевался раннеспелый луговой клевер, для облегчения уборки зерновой культуры.

При перерастании подсеянных трав в год посева, их необходимо подкосить. Подкашивание на высоту 10–12 см производится или за месяц до наступления устойчивых заморозков (1 декада сентября) или непосредственно перед ними (2 декада октября). В первом случае за счет фотосинтеза в отросших листьях в корнях и корневых шейках накапливается достаточное количество питательных веществ для весеннего отрастания. Во втором – запасы питательных веществ не расходуются для отрастания листьев осенью и сохраняются до весны. Выпас животных по переросшему травостою в год посева, не допускается.

Уход за посевами в год уборки на семена. Уборку на семена посевов клевера лугового раннеспелого производят с 1-го года пользования, как с первого (обычно 30 % посевов), так и со второго укоса. Преимущества получения семян с 1-го укоса заключаются в более ранних сроках и более благоприятных условиях уборки, а также в отсутствии цветущих деревьев липы. Зато во втором укосе меньшая распространенность клеверного долгоносика-семяеда, меньше цветущих сорняков и, как правило, больше дружно созревающих соцветий на растениях меньшей массы. Подкос лугового клевера раннеспелого необходимо произвести на высоту 5–7 см до 1 июня в центральной и северной зонах республики и до 5 июня – в южной зоне. Соблюдение календарных сроков подкашивания необходимо для совпадения сроков будущего цветения с появлением второго поколения диких насекомых-опылителей (шмелей, пчел и др.).

Подавляющее большинство многолетних бобовых трав хорошо опыляется домашними породами пчел. Следовательно, вывоз 2–4 пчелосемей на 1 га семенных посевов даст хороший экономический эффект.

Клевер луговой плохо опыляется домашними породами пчел. Длина трубочки венчика цветка у раннеспелого клевера составляет, как минимум 8–9 мм, у позднеспелого – 9–10 мм. А селекция новых более урожайных сортов, как правило, сопровождается увеличением этих параметров. В то же время, длина хоботка у среднерусской породы составляет 6–6,4 мм, у серой горной кавказкой 6,7–7 мм. Не случайно в странах Западной Европы для опыления семенников клевера лугового специально разводят шмелей, которые за 1 минуту посещают 25–30 цветков, тогда как пчелы за это время – только 10 цветков. В Чехии используют морфорегулятор Алар – 10 кг/га в фазе бутонизации для укорачивания венчика цветка.

В наших условиях повысить посещаемость и опыление цветков клевера лугового пчелами можно путем увеличения нектаровыделения до 3–5 мм высоты трубочки венчика за счет оптимизации фосфорно-калийного и микроэлементного питания. Нектаровыделение усиливается при повышении температуры воздуха от 20 до 30 ºС. Вот почему важны южные склоны для семенных участков.

Для лучшего привлечения пчел, при зацветании 15–20 % головок клевера лугового рекомендуется проводить ежеутреннюю дрессировку пчел на протяжении всего периода цветения. Для этого рано утром (4–5 часов утра) готовят сироп: 100 г сахара растворяют в 100 мл кипятка, затем охлаждают и ¼ объема заполняют венчиками. Через 1,5–2 часа сироп приобретает аромат клевера и его дают пчелам. По данным НИИ пчеловодства, посещаемость пчелами цветков клевера лугового увеличивается при этом в 14 раз. Можно уменьшить расход венчиков цветков почти в 10 раз, если предварительно растереть их в ступке, а затем перемешать с сиропом. В целях предотвращения закисания сиропа, его нельзя готовить с вечера. Эффективным приемом является и раскладка на летках ульев свежих головок клевера, смоченных в сиропе. Применяется также опрыскивание сахарным сиропом цветущего травостоя клевера в 1,5 м от ульев.

Защита растений от вредных организмов.

Важнейшим профилактическим средством в защите растений являются соблюдение правильного чередования культур и размещение их в полях севооборота. Бобовые травы возвращать на прежнее место можно не ранее, чем через 5–6 лет, после рапса не ранее, чем через 3 года. Необходимо соблюдать пространственную изоляцию от посевов бобовых культур и участков из-под бобовых прошлогоднего посева (не менее 2–3 км) из-за накопления там вредителей и болезней.

Осенью после уборки предшественников против многолетних сорняков (при высоте пырея ползучего 10–15 см, осота и бодяка в фазе розетки листьев) при необходимости можно провести опрыскивание гербицидами: раундап, 360 г/л ВР и его аналоги (глисол евро, глифос, гроза, клиник, куратор, пилараунд, радуга, раундап плюс, спрут, торнадо, тотал, фрейсорн, шквал) (4–6 л/га); раундап макс, 450 г/л ВР и его аналоги (буран макс, гладиатор, глифос премиум, раундап макс плюс) (4–6 л/га); торнадо 500, 500 г/л ВР и его аналог (ураган форте) (2–4 л/га); раундап экстра, 540 г/л ВР (1–5,3 л/га); агрощит профи, 540 г/л ВР (1,5–5,3 л/га); спрут экстра, 540 г/л ВР (1,8–3,7 л/га); торнадо 540, 540 г/л ВР (1,8–3,5 л/га); буран супер, 550 г/л ВР и его аналоги (гладиатор макс, гроза ультра, пилараунд экстра) (1,5–3,6 л/га). Применение глифосатсодержащих препаратов в осенний период должно производиться при среднесуточной температуре не ниже 10 ºС.

В день посева для повышения урожайности зеленой массы и семян, устойчивости к корневым гнилям, семена клевера лугового обрабатывают биопрепаратом препарат бактериальный «Клеверин», Ж (5 л/т), расход рабочей жидкости – 10 л/т.

На беспокровных посевах клевера лугового в год посева против однолетних двудольных и злаковых сорняков (ранние фазы роста) рекомендуется опрыскивание почвы после посева до всходов культуры или в фазе 1–2 тройчатых листьев клевера гербицидами: пульсар SL, ВР (0,75–1 л/га); тапир, ВК (0,75–1 л/га).

Также в год посева после появления первого тройчатого листа культуры против однолетних двудольных сорняков рекомендуется опрыскивание гербицидами: агритокс, в.к. (0,8–1,2 л/га); агроксон, ВР (0,75–1 л/га); гербитокс, ВРК (0,8–1,2 л/га); кортик, ВР (0,9–1,2 л/га).

Начиная с фазы 3-х настоящих листьев клевера, против однолетних двудольных сорняков рекомендуется обработка посевов гербицидами: дикопур М, в.р. (0,75–1 л/га); метафен, ВРК (0,6–1 л/га).

Зерновые с подсевом клевера лугового при кущении покровной культуры и наличии первого тройчатого листа у трав обрабатывают против однолетних двудольных сорняков гербицидами: агроксон, ВР (0,6–1 л/га); дикопур М, в.р. (0,5–1 л/га); хвастокс экстра, ВР (1,3–1,7 л/га); в т. ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х гербицидами: базагран, 480 г/л (2–4 л/га); базагран М, 375 г/л в.р. (2,5–3 л/га); метафен, ВРК (0,6–1 л/га).

Клевер луговой под покровом ячменя против однолетних двудольных сорняков в фазе 1–2 тройчатых листа у клевера и в фазе кущения ячменя рекомендуется прополоть гербицидами: агритокс, в.к. (0,8–1,2 л/га); гербитокс, ВРК (0,8–1,2 л/га); 2М-4Х 750, в.р. (0,6–1 л/га); хвастокс 750 ВР (0,6–1 л/га); кортик, ВР (0,9–1,2 л/га).

Начиная с фазы 3-х настоящих листьев (5–7,5 см высоты) клевера, и при условии, что он покрыт листьями культуры и сорных растений, против однолетних двудольных сорняков рекомендуется химпрополка посевов гербицидом дикопур М, в.р. (0,75–1 л/га).

Весной в течение 2–3 недель от начала отрастания при бороновании семенных посевов клеверов уничтожаются клубеньковые долгоносики, галлицы, склеротиниоз (рак) клевера, сорняки. В этот же период против однолетних двудольных сорняков используются: агритокс, в.к. (0,8–1,2 л/га); гербитокс, ВРК (0,8–1,2 л/га).

На посевах клевера лугового 1-го и 2-го года вегетации в период от весеннего отрастания до начала стеблевания культуры (высота 10–15 см) против однолетних двудольных сорняков, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, применяют базагран, 480 г/л с нормой расхода 2–3 л/га, а на семенных посевах – 2–4 л/га; базагран М, 375 г/л в.р. (2,5–3 л/га).

В конце стеблевания – бутонизации для защиты семенных посевов клевера лугового от комплекса вредителей при достижении ЭПВ (клеверные семееды, ситоны, фитономусы, совки, цикадки, клопы, тли и др.) используются инсектициды: фаскорд, КЭ (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,2 л/га); БИ-58 новый, КЭ (0,8–1 л/га); каратэ зеон, МКС (0,2 л/га); новактион, ВЭ (0,3–0,8 л/га); актеллик, КЭ (1–1,5 л/га); золон, КЭ (3 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2–0,3 л/га). При угрозе эпифитотийного развития болезней (антракноз, аскохитоз, бурая пятнистость и др.) к инсектицидам на посевах клевера лугового второго года жизни добавляются фунгициды: абсолют, КЭ (1 л/га); гритоль, КЭ (1 л/га); тилт, КЭ (1 л/га); эхион (1 л/га).

Для стимуляции роста и развития растений, повышения устойчивости к вредным организмам, урожайности зеленой массы и качества продукции посевы клевера лугового целесообразно обработать ранней весной в начале активной вегетации и в начале отрастания после каждого укоса регуляторами роста: агат-25 К, ТПС (30 г/га); оксидат торфа, 4 % ж. (20 л/га).

Убирать травы необходимо в оптимальные сроки на низком срезе раздельным способом. Для дружного созревания и подсушивания семенники клевера при побурении 80–85 %головок можно обработать десикантами: глисол евро, ВР (6–8 л/га); клиник, ВР (6–8 л/га); радуга, ВР (6–8 л/га); раундап, ВР (6–8 л/га); спрут, ВР (6–8 л/га); фрейсорн, ВР (6–8 л/га); шквал, ВР (6–8 л/га); глифос премиум, ВР (4,5–6,1 л/га); раундап макс, ВР (4,5–6,1 л/га); буран супер, ВР (3,7–5 л/га); при побурении 75–80 % головок – баста, ВР (1–1,5 л/га); голден ринг, ВР (3–4 л/га); реглон супер, ВР (3–4 л/га).

Уборка. Уборка клевера в фазе бутонизации – начала цветения является определяющим условием высокобелкового корма с содержанием энергии в единицах сухого вещества близкой к 1. Период от фазы бутонизации до начала цветения составляет 10–12 дней. Именно в эти сроки должна быть закончена уборка клевера.

Травостой клевера используется на корм в виде зеленой массы, для приготовления сенажа, силоса, сена, травяной муки, гранул, брикетов.

При заготовке зимних кормов предпочтение необходимо отдавать сенажу, что позволяет убирать клевер в ранние сроки, готовить корм с минимальными потерями и высоким содержанием питательных веществ в нем. При заготовке сенажа скошенную массу через 1,5–2 часа ворошат и доводят до влажности 65–60 %. Затем ее собирают в валки, которые также ворошат. При влажности 45–55 % масса подбирается и измельчается на отрезки до 30 мм, после чего ее закладывают в траншеи. Масса хорошо утрамбовывается и укрывается полиэтиленовой пленкой. Рекомендуется, чтобы ежедневный слой утрамбованной массы в траншее был не менее 80 см.

Уборка семенных участков клевера лугового является самым ответственным моментом технологии производства семян. Очень важно правильно определить оптимальные сроки уборки. Для этого проводится визуальная оценка и предварительная апробация посевов при побурении 50 % соцветий клевера. Если больший процент семян в темно-бурых и бурых головках, то можно начинать уборку. Если в бурых и зеленовато-бурых, то убирать надо через 5–7 дней, а если в зеленовато-бурых – через 10–14 дней.

Лучшим способом уборки является прямое комбайнирование, которое более эффективно при предварительной десикации реглоном супер, ВР (3–4 л/га). Окружная скорость граблин должна быть в 1,2–1,4 раза больше поступательной скорости движения комбайна. Выгрузку бункеров комбайнов необходимо производить каждые 1,5–2 часа, так как семена и пыжина имеют повышенную влажность Клевер луговой можно убирать двукратным комбайнированием. Сущность данного способа уборки заключается в том, что за первый проход комбайна работающего в мягком режиме, обмолачиваются зрелые фракции, а за второй проход после подсыхания валков вымолачиваются остальные семена. Необходима тщательная герметизация комбайнов и транспортных средств. Также необходимо обеспечить сбор пыжины, в которой остается много семян. Пыжина собирается в специальные тележки и сводится на напольные сушилки где досушивается до влажности 16–18 %. Затем ее пропускают через клеверотерку К-0,5.

После обмолота семена подвергаются предварительной очистке и сушке на установках активного вентилирования до влажности 13 %. Очищенные семена хранят в мешкахштабелями в 4–6 рядов или насыпью до 1 м в засеках.

ЛЮЦЕРНА ПОСЕВНАЯ

Люцерну используют для приготовления сена, травяной белково-витаминной муки, сенажа, силоса, в качестве зеленой подкормки. В зеленой массе люцерны, убранной в фазе бутонизации – начала цветения, содержание протеина составляет 18 %, жира – 3, клетчатки – 24,9, безазотистых экстрактивных веществ – 43,3, кальция – 2,12, фосфора – 0,27, калия – 1,1 % в пересчете на абсолютно сухое вещество. Переваримость белка люцерны (78 %) выше, чем других бобовых (до 75 %) и мятликовых (до 62 %) трав. Зеленая масса люцерны является поливитаминным кормом для всех видов скота и птицы. В ней содержатся витамины А, группы В, С, D, Е, К, РР. В 1 кг зеленой массы содержание витамина С составляет 210 мг, каротина – 48–50, витамина В – 5–6, витамина Е – 150, витамина К – 150–200 мг. Из микроэлементов в состав люцерны входят медь, марганец, молибден, бор и кобальт – элементы, необходимые для нормального развития животного организма.

В 100 кг зеленой массы содержится 21,7 кормовых единиц и 4,1 кг переваримого протеина; в 100 кг сена – 45 кормовых единицы и 10 кг переваримого протеина.

За вегетационный период в условиях Беларуси люцерна посевная дает 3 полноценных укоса, в результате чего можно получить 500–600 ц/га и более зеленой массы, что соответствует 100–120 ц/га кормовых единиц и 18–19 ц/га переваримого протеина.

Высокое содержание витаминов отмечено и в травяной муке: в 1 кг ее содержится 200–300 мг каротина, 26 мг витамина Е, 14 мг витамина B_2, 29 мг витамина B_3 (пантотеновая кислота), 830 мг витамина B_4 (холин) и 31 мг витамина РР (никотиновая кислота). В 100 кг сенажа, приготовленного из молодой люцерны, содержится 30–40 кормовых единиц, 7,5–9 кг переваримого протеина и более 4 г каротина.

Наряду с важным кормовым значением люцерна имеет огромное агротехническое значение. При возделывании люцерны происходит обогащение почвы органическим веществом и азотом, максимальное количество которого накапливается под люцерной трехчетырехлетнего возраста (120–180 кг/га). При разложении корней люцерны почва обогащается не только азотом, но и подвижной фосфорной кислотой, калием и кальцием. Обогащение почвы органическим веществом способствует улучшению структурного состояния и водно-физических свойств почвы. Создание прочной комковатой структуры позволяет повысить урожай культур, высеваемых по пласту люцерны и люцерно-злаковых травосмесей. Велика и оздоровительная роль люцерны в подавлении развития нематод, снижающих урожай сахарной свеклы. Благодаря проникновению корней люцерны в подпочву она является эффективным средством защиты от водной и ветровой эрозии, а также «возвращает» промытый калий в пахотный горизонт почвы. Как и другие бобовые культуры, люцерна является хорошим медоносом, хотя и уступает по сбору и качеству меда клеверу,

доннику и эспарцету. Зато люцерне нет равных по качеству перги (пыльцы) и насекомые – опылители охотно ее собирают.

На одном месте люцерна способна произрастать 4–6 лет и более без значительного снижения урожайности, вследствие чего экономятся материальные ресурсы на обработке почвы. Корни глубоко проникают в почву (до 3–3,5 м). Такая корневая система обеспечивает растения люцерны влагой даже в засушливые годы на легких, быстро пересыхающих почвах, а при избытке осадков предотвращает эрозионные процессы.

Люцерна посевная представлена в республике следующими сортами: Жидруне, Дайси, Превосходная, Мальвина, Симфони, Планет, Мария, Дерби, Крушевачка 28, Рахель, Тимбале, Метиани и др.

Люцерна изменчивая сорта: Аванти АС, Вега 87, Луговая 67.

Люцерна желтая – сорт Вера.

Предшественники. Хорошие предшественники для люцерны – однолетние бобово-злаковые смеси на зеленый корм, озимые и яровые зерновые, кукуруза. Недопустимые предшественники – бобовые. Допустимый срок возврата люцерны на прежнее поле: 3–4 года.

Система обработки почвы.

Обработка почвы под люцерну посевную проводится дифференцированно в зависимости от предшественника, типа почв, покровного или беспокровного посева, засоренности полей сорными растениями, сроков сева и погодных условий. При подсеве люцерны под покровную культуру система обработки почвы – принятая для этих культур.

Верхний слой почвы должен быть выровнен, иметь мелкокомковатую структуру, а на глубине заделки семян – плотное ложе. Обязательной технологической операцией является предпосевное и послепосевное прикатывание.

Удобрение люцерны. Люцерна более, чем клевер, требовательна и отзывчива как на общее плодородие почв, так и на обеспеченность их фосфором и калием. Содержание подвижного фосфора и калия должно быть не менее 150 мг/кг почвы. Эта культура высевается под покров и беспокровно.

При беспокровном посеве органические удобрения вносятся непосредственно под люцерну, при использовании покровного посева их применяют в дозах 30–40 т/га под зерновые покровные культуры.

При возделывании люцерны без покрова фосфорные и калийные удобрения вносят в основной прием до посева и в подкормку. Припосевное внесение фосфора в дозе 15 кг/га повышает урожайность и устойчивость люцерны к неблагоприятным условиям. При ежегодном использовании люцерны фосфорные и калийные удобрения вносятся весной в начале возобновления вегетации.

Применение микроудобрений, Сапронита и регуляторов роста растений под люцерну проводится так же, как и на клевере.

Посев. Люцерна – светолюбивая культура, и хуже, чем клевер, выносит длительное затенение покровной культурой. Поэтому лучше удается подсев под покров рано освобождающих поле однолетних трав и под озимую рожь на зеленый корм. В любом случае норму высева покровной культуры уменьшают на 30–50 %. Самую высокую урожайность обеспечивает в дальнейшем люцерна при беспокровном севе весной, но беспокровные посевы могут применяться только на тех участках, где предварительной обработкой почвы созданы условия, предупреждающие засоренность.

Под озимую рожь подсевают при первой возможности выезда в поле, сеялками с дисковыми сошниками СПУ-6 и др.

Нельзя допускать разрыва между посевом яровых однолетних трав и люцерны. Хорошие результаты дает одновременный посев зерно-травяными сеялками, а также посев люцерны льняными сеялками по прикатанной почве. Способ посева – обычный рядовой. Оптимальная глубина заделки семян на суглинистых почвах – 1,0–1,5, на супесчаных – 1,5–2 см.

Норма высева семян – 10–12 кг/га. На практике, в ряде хозяйств, применяются более высокие нормы высева (15–20 кг/га), из-за нарушения агротехнических требований при подборе почв, покровных культур, обработке почвы, сроках и технологии сева.

При выращивании люцерны в смеси со злаками лучшим компонентом является кострец безостый (10–12 кг/га). Это единственный злак, который может перехватывать симбиотический азот люцерны, что доказано экспериментально методом меченных атомов. Хорошие результаты получают и при добавлении фестулолиума (6–8 кг/га). Норма высева люцерны в обоих случаях составляет 8–10 кг/га. При добавлении к люцерне клевера лугового норму высева его устанавливают в пределах 2,5–3 кг/га. Использование клевера лугового способствует формированию высокого урожая травостоя уже в первый год пользования. После его выпадения ведущее положение занимает люцерна.

Уход за посевами в первый год жизни. Нельзя опаздывать с уборкой покровной культуры, при этом поле быстро освобождают от зеленой массы. При полегании покровную культуру немедленно скашивают с удалением зеленой массы. Высота среза покровной культуры – 8–10 см. Нельзя оставлять в поле валки соломы, скошенную массу, копны более 3 дней из-за опасности полного выпадения люцерны. Выпас скота на посевах люцерны в первый год жизни запрещается.

Уход за посевами во второй и последующие годы жизни. Весной во все годы пользования проводят боронование средними или тяжелыми боронами при первой возможности выезда техники в поле для удаления растительных остатков и доступа света и кислорода к почкам на корневой шейке. Желательным приемом является также боронование после каждого укоса. Следует помнить, что у люцерны, в отличие от клевера, почки располагаются не горизонтально, а вертикально. Поэтому боронование не наносит им ущерба, а, наоборот, стимулирует к отрастанию побегов. А, как известно, побеги от корневой шейки более продуктивные, чем побеги от почек в нижней части стеблей.

Система мероприятий по химической защите люцерны посевной.

На полях, предназначенных для посева люцерны посевной, после уборки раноубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, 360 г/л ВР (4–6 л/га); раундап, 360 г/л ВР (4–6 л/га); торнадо, 360 г/л ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Для повышения урожайности зеленой массы, сохранности растений и устойчивости к перезимовке в день посева перед севом проводится предпосевная обработка семян – Препарат бактериальный «Клеверин», Ж, (5 л/т), расход рабочей жидкости – 10 л/т.

В фазе 1–2 настоящих листьев культуры (люцерна 1-го года вегетации) проводится опрыскивание посевов против однолетних двудольных сорняков препаратом базагран, 480 г/л в.р. (2 л/га).

Во 2-й год вегетации (семенные посевы) против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание почвы до начала отрастания ультуры – зенкор, 700 г/кг ВДГ (1,4 кг/га); зенкор ультра, 600 г/л КС (1,6 л/га). Также возможно опрыскивание посевов при высоте люцерны 10–15 см – зенкор, 700 г/кг ВДГ (1,1 кг/га); зенкор ультра, 600 г/л КС (1,25 л/га); зонтран, 250 г/л ККР (1–1,5 л/га). Против однолетних двудольных сорняков в эту фазу применяется базагран, 480 г/л ВР (1,5–2 л/га).

Химические обработки инсектицидами БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,5–1 л/га); децис профи, 250 г/кг ВДГ (0,05 кг/га); фастак, 100 г/л КЭ (0,15–0,2 л/га) рекомендуется проводить при массовом появлении вредителей (долгоносики, клопы, тли, толстоножка люцерновая, клещи).

После проведения первого укоса (через 7–10 дней) против однолетних и многолетних злаковых и некоторых однолетних двудольных, в т. ч. повилики проводится опрыскивание посевов препаратом пивот, 10 % в.к. (1 л/га).

При наличии в посевах люцерны повилики тонкостебельной после каждого укоса рекомендуется опрыскивание очагов сорняка через 7–10 дней после укоса препаратами ра-

дуга, 360 г/л ВР (0,6–0,8 л/га); раундап, 360 г/л ВР (0,6–0,8 л/га); торнадо, 360 г/л ВР (0,6–0,8 л/га).

Перед уборкой (семенные посевы) рекомендуется проведение опрыскивания посевов в период побурения 80–90 % бобов на растениях следующими десикантами: баста, ВР (1–1,5 л/га); реглон супер, ВР (2–4 л/га).

Уборка на корм. Со второго года жизни люцерну на корм убирают в разные фазы – в зависимости от производственной необходимости. Но только первый укос люцерны второго года жизни желательно провести в фазе цветения. Обусловлено это тем, что у люцерны (в отличии от клевера) в данной фазе наблюдается наибольший отток пластических веществ в корневую шейку, что важно для дальнейшего долголетия и высокой продуктивности растений. Одно преждевременное скашивание в первый год пользования может ощущаться в течение всей жизни растений, что позже вынудит косить люцерну в фазе полного цветения.

В дальнейшем, для производства травяной муки и зеленой массы для скармливания молодняку косьба осуществляется в фазе ветвления – начала бутонизации, на сено и сенаж – бутонизации – начала цветения. Первый укос травосмесей люцерны со злаками проводят при выметывании у злаковых трав 100 % соцветий; второй укос – при наступлении у люцерны фазы цветения.

Лучший срок уборки люцерны – фаза бутонизации – начало цветения растений (10–15 % цветущих растений). При уборке после оптимальных сроков ежедневно теряется до 0,3 % протеина и резко снижается содержание каротина. Раньше всего весной созревают для уборки травостои второго и третьего года жизни. У них также более быстрое отрастание после укоса.

Оптимальный режим использования – два-три укоса. При сочетании двух-трехразового скашивания растений в конце бутонизации – начале цветения выход сухого вещества больше, чем при четырехразовом в более ранние сроки. Кроме того, способность люцерны быстро отрастать после отчуждения надземной массы не означает допустимость раннего частого скашивания. Запасы запасных веществ при частом раннем скашивании быстро истощаются, растения слабеют и вскоре отмирают. Чередование сроков скашивания по укосам сохраняет продолжительность пользования травостоем люцерны. С этой же целью скашивание должно проводится при высоте 10 см, что увеличивает побегообразование из почек возобновления коронки. При низком скашивании количество стерневых побегов резко снижается. Хотя они и менее продуктивные, чем корневые побеги, но в случае невысокой плотности растений имеют значимость для формирования урожайности. Опасности изреживания посевов можно избежать, если каждый год одни из укосов оставлять до достижения фазы массового цветения.

В практике опытные заготовители кормов определяют оптимальный срок скашивания люцерны при появлении проростков у основания стеблей. У сильных растений они появляются в более ранние фазы и бывают сильнее выраженными. Вторым индикаторным показателем является опадение самых нижних листочков. Преждевременное скашивание является обязательным при летних засухах и быстром опадении нижних листьев, при болезнях листьев, сильном повреждении насекомыми и опасности полегания посева. В качестве исключения такое скашивание проводят даже в первый год, когда посевы сильно засорены сорняками.

Главная задача при уборке люцерны на сено – максимальное сохранить листья. При использовании косилок-плющилок стебли раздавливаются и высыхают одновременно с листьями. Значительно меньше потерь при уборке люцерны кормоуборочными комбайнами для приготовления сенажа и зеленой подкормки. В последнем случае, при раннем скашивании, люцерна дает корм высокой питательной ценности, что позволяет уменьшить расход концентрированного корма, но увеличиваются производственные затраты, связанные с уборкой.

Последний укос проводится не позже, чем за 30 дней до наступления устойчивых заморозков, чтобы растения успели отрасти (2 недели) и восстановить запасы питательных веществ (2 недели), для их успешной перезимовки. Как альтернативный вариант можно рассматривать проведение последнего укоса непосредственно перед наступлением устойчивых заморозков. В этом случае питательные вещества корневой шейки не расходуются на отрастание побегов осенью и, таким образом, сохраняются для весеннего отрастания. Высота среза люцерны – 7–8 см.

ТЕМА 7 Возможности и перспективы ресурсосбережения в сельском хозяйстве. Принципы ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Перспективы ресурсосбережения в развитии сельского хозяйства.

Ресурсосбережение – это процесс эффективного использования материально-технических,
трудовых, финансовых и других ресурсов. Его цель – производство продукции с лучшими качественными показателями при минимуме совокупных затрат производственных ресурсов
и повышение экономической отдачи от каждой натуральной единицы ресурсов.

Сущность ресурсосберегающей деятельности заключается в комплексном использовании
ресурсов, максимальном устранении всех видов потерь на каждом этапе производства, более
полном вовлечении в хозяйственный оборот вторичных материальных и энергетических ресурсов при замещении исчерпаемыхневозобновляемых их видов. Ограниченность производственных ресурсов актуализирует проблему ресурсосбережения на всех стадиях агропромышленного производства.

В настоящее время вопросу увеличения показателей эффективности сельского хозяйства в стране уделяется довольно большое внимание. Это происходит в связи с тем, что сложилась обстановка с непростым, неоднозначным внешнеполитическим положением. В связи с этим, главным направлением интенсивного развития сельскохозяйственного производства, является повышение его эффективности и обеспечение населения страны разнообразными высококачественными продуктами питания. Сокращение прямых затрат при получении готового продукта определяет возможность повышения уровня рентабельности продукции, выпущенной сельскохозяйственной отраслью. При использовании традиционных технологий производства значительная доля денежных средств расходуется на производственные затраты. При этом результат на 80 процентов зависит от сложившихся природных и климатических условий. Внедрение ресурсосберегающих технологий позволяет снизить вероятность воздействия этих условий на 20-40 процентов и дальнейший результат зависит от оптимального сочетания управления сельскохозяйственным производством и технологий.

Согласно государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021-2025 г.г. подпрограмме 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства» планируется увеличить объемы производства продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий на 14,5 процента к уровню 2020 года; обеспечить производство зерна в объеме не менее 10 млн. тонн, что позволит удовлетворить потребности в сырье организаций, осуществляющих производство хлебопродуктов; обеспечить производство картофеля в объеме не менее 6 млн. тонн, овощей – 1,9 млн. тонн, плодово-ягодной продукции – 687 тыс. тонн, маслосемян рапса – 820 тыс. тонн, льноволокна – 55 тыс. тонн, сахарной свеклы – 5 млн. тонн, комбикормов – 5,8 млн. тонн, свекловичного сахара до 620 тыс. тонн и сохранению его экспортного потенциала на уровне не менее 239 тыс. тонн.

Значение ресурсосберегающих технологий заключается в увеличении эффективности хозяйственной деятельности, уменьшении издержек и затрат и достижении наиболее результативных показателей.

Ресурсосбережение на предприятиях сельского хозяйства является системой организационных, технических и технологических мероприятий, направленных на рациональный процесс использования ресурсов на базе модернизации технологических процессов и применения инноваций. В случае ограничения материальных, трудовых, земельных, финансовых ресурсов сельскохозяйственные организации используют ресурсы более рационально и темпы роста количества произведенной продукции предприятий АПК напрямую зависят от уровня обеспечения этими ресурсами. Нехватка производственных средств вынуждает искать новые резервы для снижения затрат. Агротехнические методы, установки и машины, используемые в ресурсосберегающих технологиях, позволяют создавать условия для благоприятного воздействия природных факторов и ресурсов на агроценоз, минимального воздействия на почву при сохранении ее плодородия. Исследование опыта использовании ресурсоэффективных технологий в зарубежных странах позволило сделать вывод, что за рубежом активно использует ресурсосберегающие технологии для растениеводства, особенно системные ресурсы, основанные на применении точных сельскохозяйственных технологий. Лидерами в области внедрения сельскохозяйственных технологий для точного земледелия являюся США (80%) и Германии (60%), а также Дании, Голландии, Бразилии, Китая и Австралии.

Научно обоснованные приемы традиционной агротехники, мелиорации, химизации и автоматизации с биологическими мероприятиями. В современных условиях на планете обитают около 30 тыс. видов сорных растений, 10 тыс. видов вредных насекомых и других членистоногих, 3 тыс. видов нематод, 12 тыс. видов грибов, около 100 видов фитопатогенных бактерий и примерно 600 фитопатогенных вирусов. Существует ряд способов борьбы с вредителями, болезнями и сорняками, но в течение многих десятилетий в защитных мероприятиях в качестве радикального и универсального средства преобладал химический метод. Однако массовое применение пестицидов показало не только преимущества и перспективность, но и серьезные недостатки их широкого использования. Например, по мере стремительной интенсификации сельскохозяйственного производства и расширения ассортимента применяемых химических средств защиты растений все чаще стали отмечаться проблемы развития резистентности, т.е. устойчивости, вредных организмов. Отмечались и многие другие проблемы: гибель насекомых опылителей, уничтожение энтомо и акарифагов, провоцирующее вспышки размножения ранее второстепенных видов, снижение биологической активности почв и многие другие.

Классификация мероприятий в интегрированной защите растений от вредных организмов представлена на рисунке 11.

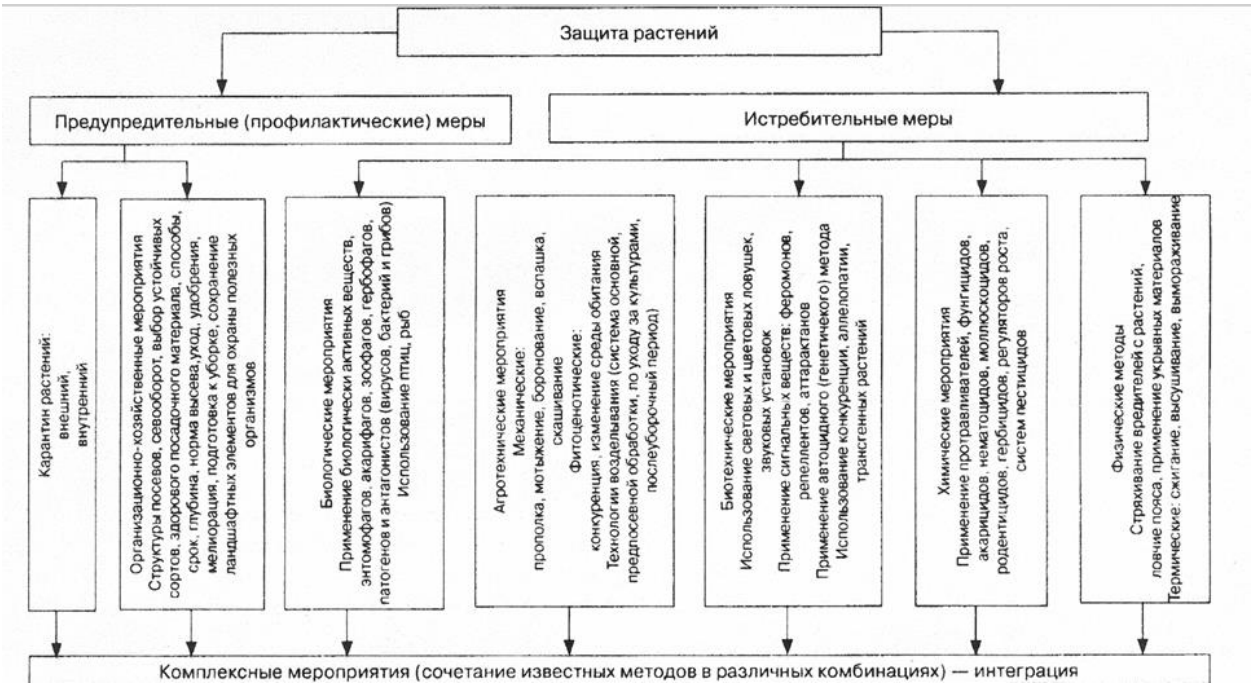


Рисунок 11. Классификация мероприятий в интегрированной защите растений от вредных организмов

Агротехническому методу небезосновательно отводят ведущее место. Все мероприятия по защите той или иной культуры базируются на технологии ее возделывания, а технология, в свою очередь, реализуется посредством агротехники, которая должна учитывать, как особенности культурных растений, так и условия их выращивания. Агротехнические приемы (или методы) защиты растений предполагают целенаправленное использование обычной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающей оптимальные условия для их роста и развития и отрицательно влияющей на вредные виды фитофагов. Среди агротехнических приемов выделяют прежде всего севообороты, обработку почвы, очистку и сортировку семян, сроки и способы посева, удобрения, сроки и способы уборки урожая и т.д.

Севооборот с точки зрения защиты растений обеспечивает целый ряд важных воздействий на комплекс возбудителей болезней и вредителей. Во-первых, они лишаются основного кормового растения, и чем ниже насыщенность севооборота, тем больше пространственная изоляция между растением-хозяином и фитофагом. Смена или перемещение культуры особенно губительно сказываются на специализированных вредителях, питающихся одним видом растений или группой родственных видов.

Во-вторых, целенаправленной сменой культур в севообороте можно активно воздействовать на определенные виды вредных организмов, и, наконец, смена культур повышает микробиологическую активность почв, в частности, активизирует антагонистические формы микроорганизмов.

Обработка почвы. Физико-химические свойства почвы, ее гранулометрический состав существенно влияют на состояние находящихся в ней живых организмов. Под влиянием обработки существенно меняются многие физические параметры почвы, в том числе плотность, аэрация, влажность, температуры и др.

Зяблевая обработка почвы имеет особое значение в снижении численности различных фитопатогенных микроорганизмов из числа бактерий, грибов и вирусов, а также столь серьезных вредителей, как многие виды тлей, трипсы-фитофаги, гессенская, шведская, яровая и другие виды мух, пилильщики, личинки пластинчато-

усых жуков, щелкунов, гусеницы и куколки совок, многие виды молей и других фитофагов.

Предпосевная обработка почвы в определенной степени зависит от ее заселенности вредителями. Культивация уничтожает вредителей, поднимающихся весной в верхние горизонты почвы, и кроме того, способствует их уничтожению хищными беспозвоночными и птицами.

Срок, норма посева. Ранние сроки сева яровых зерновых позволяют снизить поврежденность их вредителями в 2…3 раза. Одновременно уменьшается поражение растений возбудителями фузариоза, ржавчиной, мучнистой росой и другими инфекционными болезнями. Это объясняется тем, что многие виды вредителей проявляют акгивность и заселяют растения в период, когда устанавливается среднесуточная температура выше 12°С В то же время яровые злаки и горох растут при гораздо более низких температурах (4…6°С), что дает возможность растениям пройти первые этапы развития, окрепнуть и в дальнейшем успешно противостоять, повреждающему действию фитофагов.

Имеются многочисленные данные, подтверждающие более интенсивное проявление ряда болезней на кукурузе ранних сроков посева. В частности, отмечается более сильное развитие корневых гнилей, бактериальной пятнистости на початках, пузырчатой головни.

Нормы высева и густота посадки растений в значительной степени формируют микроклимат агроценоза, что существенно влияет на все его компоненты, в том числе и на вредные виды фитофагов.

В зависимости от глубины заделки семян могут меняться степень их поврежденности вредителями и устойчивость к возбудителям болезней. Увеличение глубины заделки пшеницы и других злаков снижает зараженность шведской и гессенской мухами, но повышает вредоносность проволочников. Более глубокая заделка семян способствует развитию многих заболеваний сельскохозяйственных культур: корневых гнилей хлебных злаков, головневых заболеваний пшеницы, ржи, сорго, кукурузы, могара.

Минеральное питание. Оптимальное минеральное питание растений, как правило, оказывает неблагоприятное воздействие на вредителей и возбудителей болезней в первую очередь благодаря повышению выносливости растений к повреждающим влияниям. Минеральные удобрения повышают осмотическое давление клеточного сока, и сосущие насекомые теряют способность к питанию такими растениями. Фосфорно-калийные удобрения укрепляют механическую ткань листьев и стеблей и способствуют быстрой регенерации. Кроме того, фосфор угнетающе действует на насекомых.

Фосфорно-калийные удобрения затрудняют питание личинок гессенской мухи и повышают устойчивость растений к наиболее опасным вредителям (зеленоглазке, шведской мухе, злаковым тлям) и болезням (ржавчине, септориозу, корневым гнилям).

Важная роль в формировании устойчивости растений принадлежит микроорганизмам. Так, при внесении соединений меди в микродозах снижается поражаемость картофеля фитофорозом; обработка- семян зерновых культур солями молибдена способствует уменьшению поражаемости ржавчиной и головней. Хорошая обеспеченность бором предотвращает гниль сердечка у корнеплодных культур.

После известкования кислых почв снижается поражаемость капусты черной ножкой и килой, свеклы – корнеедом.

Своевременное уничтожение сорняков. Традиционно принято считать сорную растительность резервантом-вредных фитофагов. Известны многочисленные примеры первичной концентрации вредителей на сорной растительности и последующего перехода их на посевы и посадки сельскохозяйственных культур. Подобные случаи

особенно характерны для многоядных вредителей, таких, как совки (капустная, озимая, хлопковая и др.), луговой мотылек, подавляющее большинство почвообитающих вредителей и т.д.

Сорняки обеспечивают фитофагов пищей в тот период, когда культурные растения еще не взошли или уже убраны. Большое количество вредных насекомых постоянно развивается на сорных растениях. Так, дикие злаки могут быть резервацией овсяной нематоды, шведской мухи, злаковой тли, цикадок и других фитофагов, включая возбудителей ряда инфекционных болезней. Сорняки используются в качестве дополнительного питания многими имагинальными фазами вредных насекомых, в первую очередь — бабочками, жуками, двукрылыми.

Уничтожение сорняков до их цветения на дорогах, межах, полезащитных лесных полосах, оросительных каналах и других участках предотвращает их распространение. Соблюдение чистоты в зерноскладах, своевременная очистка мешков и транспортных средств также препятствуют распространению сорняков. Для семян сорняков, способных к прорастанию, наиболее распространенный способ — провокационный. На поле, свободном от культурных растений, создаются благоприятные условия для прорастания сорняков. Появившиеся всходы сорных растений уничтожают различными орудиями.

Жизнеспособные вегетативные органы размножения сорняков уничтожают истощением, удушением, вычесыванием, высушиванием и вымораживанием корневищ.

Оптимальные сроки и способы уборки позволяют максимально сохранить урожай и дают возможность воздействовать на вредные организмы в направлении снижения их численности. На зерновых культурах в первую очередь убирают участки с повышенной численностью гессенской мухи, хлебных пилильщиков, трипсов, зерновых совок. Это снижает размер потерь и неблагоприятно сказывается на вредителях, из-за резкого изменения ситуации с обеспеченностью их кормов.

Укос люцерны на сено в период окукливания личинок фитономуса сопровождается массовой гибелью вредителя, что можно использовать для оздоровления посевов этой кормовой культуры.

На многих культурах целесообразно в начале уборки обкашивать краевые полосы и урожай с них использовать с учетом более сильного поражения вредителями и болезнями.

Сроки и способы уборки урожая могут существенно влиять на развитие болезней и сохранение инфекционного начала в поле

Изменением сроков и способов уборки урожая можно улучшать санитарное состояние сельскохозяйственных угодий.

Агротехнический метод является обязательным компонентом в системе интегрированной защиты растений. Его средообразующее значение заключается, прежде всего, в том, что любой технологический прием имеет фитосанитарную направленность, вектор которой может быть, как положительным, так и отрицательным. Более того, в зависимости от складывающихся экобиоресурсов один и тот же технологический прием может снизить или повысить фитосанитарную напряженность в конкретном хозяйстве и даже на одном и том же поле.

Так, например, использование известного агроприема – ранневесеннего боронования озимых по влажной почве – приводит к травмированию и выдергиванию растений пшеницы, усилению развития корневых гнилей, ухудшению аэрации почвы, появлению на ней уплотненных бороздок, которые впоследствии в условиях острой воздушной засухи и сильных суховеев способствуют ускоренному растрескиванию почвы. Выполнение этого приема по созревшей, хорошо разрыхленной почве обеспечивает выдергивание и присыпание проростков сорняков, а также лежащих на поверхности почвы листьев, сильно пораженных с осени мучнистой росой, септориозом, видами ржавчины, хорошую аэрацию верхнего слоя почвы и способствует за-

медлению образования трещин в почве. Неоднозначным по степени присыпания пораженных листьев оказалось ранневесеннее боронование пшеницы в зависимости от способа обработки почвы – поверхностной или вспашки.

Важная роль в интегрированной защите растений отводится сортовой агротехнике. Выбор сортов, устойчивых к зональному комплексу фитопатогенов, их своевременная сортосмена, сортосмешанные посевы высокопродуктивных, но неустойчивых к болезням, с устойчивыми, генетически не родственными сортами, обеспечивают высокую степень самозащиты, которую следует наращивать грамотно выполненными агроприемами.

Мелиорация земель способствует сохранению и повышению плодородия почвы, росту урожайности, устойчивости земледелия, смягчению воздействия колебаний погодно-климатических условий на результаты производства.

Основные задачи мелиорации:

- улучшение земель, находящихся в неблагоприятных условиях водного режима, выражающихся либо в избытке влаги, либо в ее недостатке по сравнению с тем количеством, которое считается необходимым для эффективного хозяйственного использования территории;
- улучшение земель, обладающих неблагоприятными физическими и химическими свойствами почв (тяжелых глинистых и иловатых почв, засоленных, с повышенной кислотностью и пр.);
- улучшение земель, подверженных вредному механическому воздействию, т. е. водной и ветровой эрозии, выражающейся в образовании оврагов, оползней, развеивании почвы и пр.

Мероприятия по обеспечению энергетической безопасности с использованием новых наукоемких технологий.

Мероприятия по обеспечению энергетической безопасности с использованием новых наукоемких технологий базируются на государственной программе «Наукоемкие технологии и техника» на 2021–2025 г.г.»Основная цель государственной программы – формирование наукоемкой экономики путем обеспечения научных, экономических и геополитических интересов республики, национальной биоресурсной и экологической безопасности, технологического развития отраслей для достижения конкурентных преимуществ.

Государственная программа включает ряд подпрограмм, в частности отношение к растениеводству имеют следующие:

подпрограмму 1 «Инновационные биотехнологии» (заказчики – НАН Беларуси, Министерство здравоохранения, Министерство сельского хозяйства и продовольствия);

подпрограмму 2 «Освоение в производстве новых и высоких технологий» (заказчик – НАН Беларуси);

подпрограмму 4 «Инновационные продукты на основе минерального и органического сырья» (заказчик – НАН Беларуси);

подпрограмму 7 «Развитие электротранспорта» (заказчики – НАН Беларуси, Министерство промышленности).

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих задач:

- разработка и освоение новых видов биотехнологической продукции и услуг V и VI технологических укладов, обеспечение развития биотехнологического сектора экономики Республики Беларусь в соответствии с мировыми тенденциями;

- обеспечение ускоренного технологического развития отечественных отраслей экономики на основе создания и внедрения новых и высоких технологий для производства наукоемкой конкурентоспособной продукции;

- разработка новых и совершенствование существующих экологобезопасных ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья, разработки торфяных

и сапропелевых месторождений, добычи, переработки и использования торфа и сапропеля;

- разработка и совершенствование химических, химико-энзиматических, генно-инженерных, иммунохимических и аддитивных технологий, создание инновационных высокоэффективных и экологически безопасных продуктов на основе органического сырья, новых биополимеров с заданной структурой и необходимыми функциональными и физико-химическими свойствами, композиций различного химического и биологического действия, реагентов для биохимического анализа и диагностических целей, соответствующих мировому уровню развития науки и техники; создание опытно-промышленных производств современных эффективных препаратов с применением инновационных технологических приемов;

- развитие и расширение использования электротранспорта как новой формы экологически чистого и энергетически эффективного транспорта на электрической тяге.

Подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии»

По оценкам экспертов, биотехнологическая продукция в XXI веке составит не менее 20 процентов от всего объема товаров. Использование биотехнологий способствует повышению продуктивности сельскохозяйственного производства, эффективности добычи полезных ископаемых, стимулирует развитие биоэлектроники и создание новых материалов, обеспечивает биоремедиацию и очистку почв, воды, переработку и обезвреживание отходов.

В ведущих странах мира действуют национальные и международные программы в сфере биотехнологий. Основные мощности по производству биотехнологической продукции сконцентрированы в США (42 процента), странах ЕС (22 процента), КНР (10 процентов), Индии (2 процента).

В Республике Беларусь научные исследования и разработки в области биотехнологий осуществляются в рамках государственных программ. Одно из ключевых направлений в области растениеводства – развитие биоресурсной базы, включающей следующие научные объекты, составляющие национальное достояние Республики Беларусь: Белорусская коллекция непатогенных микроорганизмов в Институте микробиологии НАН Беларуси, Республиканский банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси Указанные объекты используются для создания молекулярно-генетических маркеров для генетической паспортизации и идентификации генов хозяйственно ценных признаков сельскохозяйственных растений и животных, микробных препаратов различного назначения.

В результате выполнения подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии – 2020» Государственной программы на 2016–2020 годы выделены и паспортизированы высокоэффективные штаммы микроорганизмов; созданы и пополнены банки ДНК (кишечной микробиоты, фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней овощных культур, элитных линий томата и перца сладкого и других). Разработаны биотехнологии получения новых видов экологически безопасной продукции (услуг), в том числе:

для растениеводства – микробные препараты «Биопродуктин» (для повышения биологической активности почвы, улучшения состояния посевов и повышения продуктивности зерновых культур), «ИММУНАКТ-ГК» (для овощных культур в условиях малообъемной гидропоники), гранулированные бактеризованные удобрения для повышения устойчивости посадочного материала растений к эдафическим стресс-факторам и другое;

Для освоения разработанных технологий создана материально-техническая база, в том числе:

в 2019 году создан участок по получению альтернативных источников энергии из возобновляемого сырья в ОАО «Бобруйский завод биотехнологий»;

в 2020 году:

модернизирован Республиканский центр по генетическому маркированию и паспортизации растений, животных, микроорганизмов и человека в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси, расширена его область аккредитации;

введен в эксплуатацию научно-производственный центр биотехнологий по выпуску сухих форм пробиотических препаратов для кормопроизводства и комплексных микробных препаратов для растениеводства в Институте микробиологии НАН Беларуси (произведено около 11 тонн кормовых добавок);

создан участок по производству биомассы спирулины в Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси.

Целью настоящей подпрограммы является разработка новых видов биопродукции V и VI технологических укладов в интересах медицины, сельского хозяйства, промышленности и охраны окружающей среды, создание условий для перехода биотехнологии на инновационную модель развития, формирование современного и эффективного биотехнологического сектора экономики.

Для достижения поставленной цели, касающихся вопросов растениеводства предусматривается решение следующих задач:

разработка инновационных геномных и постгеномных технологий для выявления индивидуальных генетических особенностей биологических объектов и биосистем, создание на их основе наукоемких видов продукции и услуг;

создание наукоемких технологий в области молекулярной и клеточной биологии, производство биотехнологических продуктов в интересах сельского хозяйства, охраны окружающей среды и других отраслей народного хозяйства;

создание высокоактивных штаммов микроорганизмов-продуцентов и разработка с их использованием новых видов конкурентоспособной экологически безопасной продукции на основе дешевого возобновляемого сырья и оригинальных технологий, обеспечивающих высокий выход целевых метаболитов и получение товарных форм с повышенной эффективностью и стабильностью;

разработка и внедрение инновационных агропромышленных и продовольственных биотехнологий в растениеводстве, перерабатывающем секторе в целях повышения эффективности и конкурентоспособности сельскохозяйственного производства.

Выполнение задачи «Разработка инновационных геномных и постгеномных технологий для выявления индивидуальных генетических особенностей биологических объектов и биосистем, создание на их основе наукоемких видов продукции и услуг» позволит создать инновационные геномные и постгеномные технологии, в том числе:

наукоемкие геномные биотехнологии маркерной селекции для растениеводства, в том числе для оценки селекционной ценности сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур, биоинформатических методов для создания сортов и гибридов растений, с комплексом хозяйственно ценных признаков;

природоохранные технологии, базирующиеся на методах геномного анализа, в том числе применении ДНК-баркодинга диких видов флоры и фауны в целях инвентаризации, изучения и сохранения уникальных генетических ресурсов, подготовки предложений по корректировке природоохранного и ресурсного статуса.

Выполнение задачи «Создание наукоемких технологий в области молекулярной и клеточной биологии, производство биотехнологических продуктов в интересах медицины, сельского хозяйства, охраны окружающей среды и других отраслей народного хозяйства» позволит разработать эффективные биомедицинские клеточные продукты для клеточной терапии, тканевой и органной инженерии, а также экологически безопасные препараты и агротехнологические приемы, стимулирующие рост и развитие сельскохозяйственных растений, в том числе:

клеточные биотехнологии – технологии производства биомедицинских клеточных молекулярные и клеточные биотехнологии для сельского хозяйства– экологически безопасные агротехнологические приемы для повышения урожайности и качества сельскохозяй-

ственных растений, комплексные методы оценки состояния системы иммунитета сельскохозяйственных животных, методы клеточной терапии для лечения заболеваний домашних питомцев.

В рамках задачи «Создание высокоактивных штаммов микроорганизмов-продуцентов и разработка с их использованием новых видов конкурентоспособной экологически безопасной продукции на основе дешевого возобновляемого сырья и оригинальных технологий, обеспечивающих высокий выход целевых метаболитов и получение товарных форм с повышенной эффективностью и стабильностью» будут реализованы мероприятия по совершенствованию биоресурсной базы и разработке микробных биотехнологий, в том числе:

развитие коллекции бактериофагов, создание на их основе экологически безопасных биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных растений от болезней, а также для дезинфекции помещений животноводческих и птицеводческих комплексов от бактериальных патогенов;

создание штаммов микроорганизмов – продуцентов ферментов для клинической диагностики и сельского хозяйства, белков респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота для ветеринарных средств профилактики вирусных инфекций;

разработка технологий производства молочной кислоты в качестве сырья для получения биоразлагаемых полимеров, микробных препаратов для защиты и стимуляции роста растений, повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, фиторемедиации загрязненных ксенобиотиками почв.

В рамках выполнения задачи «Разработка и внедрение инновационных агропромышленных и продовольственных биотехнологий в растениеводстве, животноводстве и перерабатывающем секторе в целях повышения эффективности и конкурентоспособности сельскохозяйственного производства» будут достигнуты следующие основные результаты:

разработка клеточных технологий для создания новых конкурентоспособных, высокопродуктивных и устойчивых сортов и гибридов зерновых, зернобобовых, технических сельскохозяйственных растений и кормовых трав;

разработка и оптимизация методов биоинженерии для ускоренного создания новых форм растений;

В ходе реализации настоящей подпрограммы планируется получить следующие результаты:

создание пяти новых и модернизация одного действующего производственного участка по выпуску биотехнологической продукции и оказанию услуг;

разработка более 100 востребованных инновационных биотехнологий для растениеводства (методы маркерсопутствующей селекции, стимуляторы роста, фитозащитные биопрепараты), что позволит повысить продуктивность сельскохозяйственного производства, обеспечить продовольственную и экологическую безопасность страны;

создание 13 новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур;

развитие биоресурсной базы биотехнологии на основе селекции и генно-инженерного конструирования новых штаммов микроорганизмов – суперпродуцентов биологически активных соединений (115), пополнение и создание банков ДНК, коллекций и баз данных генетических, клеточных, микробных ресурсов (35).

Реализация настоящей подпрограммы будет способствовать:

организации производства новых видов инновационной биотехнологической продукции для сельского хозяйства, охраны окружающей среды и др.;

повышению конкурентоспособности и расширению ассортимента биотехнологической продукции и услуг, что позволит сократить объемы импорта на 50–70 процентов, а по отдельным видам (биологические средства защиты растений от болезней, микробные удобрения, препараты для очистки сточных вод и объектов окружающей среды от ксенобиотиков и другое) до 100 процентов;

достижению значительного социального эффекта от применения разработанных биотехнологий в сферах сельского хозяйства (снижение пестицидной нагрузки на биоценозы, получение экологически чистой сельскохозяйственной продукции), охраны окружающей среды (ликвидация последствий природных и техногенных катастроф).

Подпрограмма 2 «Освоение в производстве новых и высоких технологий»

В рамках реализации подпрограммы 2 «Освоение в производстве новых и высоких технологий» Государственной программы на 2016–2020 годы были выполнены мероприятия по разработке новых технологий, созданию и модернизации на их основе новых производств.

Целью настоящей подпрограммы является формирование наукоемкой экономики путем разработки и внедрения технологий, оборудования, средств оснащения производства, комплектующих изделий и материалов для достижения конкурентных преимуществ и наращивания экспортного потенциала страны.

Поставленная цель будет достигнута посредством решения следующих задач:

обеспечение ускоренного технологического и промышленного развития отечественных отраслей народного хозяйства на основе создания и внедрения новых и высоких технологий для производства наукоемкой конкурентоспособной продукции и наращивания на этой основе экспортного потенциала государства;

формирование научно-технического и научно-технологического задела для создания инновационной продукции V и VI технологических укладов в целях развития наукоемких отраслей экономики.

Реализация настоящей подпрограммы позволит на основе внедрения передовых технологий с использованием высокотехнологичной продукции и компонентов, базирующихся на производствах V и VI технологических укладов, обновить ассортимент и повысить качество выпускаемой продукции.

В результате выполнения мероприятий настоящей подпрограммы получат развитие различные отрасли реального сектора экономики Республики Беларусь.

Реализация настоящей подпрограммы будет направлена на обеспечение перехода организаций реального сектора экономики к использованию новейших достижений в области инновационных технологий.

Подпрограмма 4 «Инновационные продукты на основе минерального и органического сырья»

В Беларуси выявлено более 10 тыс. месторождений около 30 видов полезных ископаемых, включая топливно-энергетические ресурсы (нефть, попутный газ, торф, бурые угли и горючие сланцы), химическое и агрохимическое сырье (каменные и калийные соли, доломит, сапропель), индустриально-строительное сырье (строительный и облицовочный камень, пески строительные и стекольные, глины, мел, гипс и другое). В настоящее время разрабатываются месторождения нефти, торфа, калийных и каменной солей, доломитов, строительных материалов, гипса, каолиновых глин, пресных и минеральных подземных вод, на базе которых успешно работают промышленные предприятия ОАО «Беларуськалий», ПО «Белоруснефть», ОАО «Мозырьсоль», РУПП «Гранит», ОАО «Доломит» и другие.

Одной из актуальных задач химической промышленности и природопользования является повышение эффективности добычи и использования природных ресурсов, создание новых видов высокотехнологичной продукции и расширение направлений ее использования.

Основные научные исследования и разработки в данной области осуществляются Институтом природопользования НАН Беларуси и Институтом общей и неорганической химии НАН Беларуси. В 2016–2020 годах в рамках государственных научно-технических программ (далее – ГНТП) «Малотоннажная химия», «Ресурсосбережение, новые материалы и технологии – 2020», «Химические технологии и производства», «Природопользование и экологические риски» разработан ряд новых технологий и продукции на основе переработки природного сырья, в том числе:

для растениеводства – водно-дисперсионная водостойкая садовая краска и противораковая замазка «Экосил» (для защиты плодовых деревьев), регулятор роста растений «Гуморост» на основе торфа, обогащенного азотом, удобрение жидкое гуматсодержащее с микроэлементами «Тезоро»;

для промышленности и охраны окружающей среды – экологически безопасный буровой реагент на основе торфа, гуминовый сорбент нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ.

Для освоения разработанных технологий создана материально-техническая база, в том числе:

в Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси созданы экспериментальные участки для отработки технологий переработки минерального сырья для производства удобрений по операциям измельчения и подготовки руды, флотационного обогащения, галургической переработки щелоков, сгущения, обезвоживания и гранулирования конечных продуктов; производства порошковых красок, материалов для водоподготовки на основе силикатного и доломитового сырья;

в Институте природопользования НАН Беларуси создано опытно-промышленное производство комплексных органо-минеральных гранулированных удобрений пролонгированного действия на основе торфа и стандартных минеральных удобрений.

Для достижения параметров экономического роста в 2021–2025 годах и в перспективе необходимо внедрение новых технологий переработки полезных ископаемых, создание новых видов импортозамещающей и экспортоориентированной продукции и высокотехнологичных производств. С учетом актуальности вопросов развития минерально-сырьевой базы необходимо обеспечить комплексное научное сопровождение промышленных предприятий, специализирующихся на переработке полезных ископаемых.

Актуальной задачей является углубление переработки и расширение направлений использования традиционных полезных ископаемых, разрабатываемых в республике (калийные соли, торф, сапропель, каолиновые глины, горючие сланцы и другие).

Республика Беларусь занимает третье место в мире по запасам калийных руд, входит в тройку ведущих мировых производителей калийных удобрений. Ввод в эксплуатацию двух крупных горно-обогатительных комплексов – на Петриковском месторождении в 2021 году (ОАО «Беларуськалий») и на Нежинском участке Старобинского месторождения в 2023 году (ИООО «Славкалий») – позволит увеличить производственные мощности по выпуску калийных удобрений к 2025 году до 17 млн. тонн в год. В свою очередь это требует расширения работ по созданию новых химических технологий комплексной переработки отечественного сырья с учетом его состава, структуры, наличия и свойств сопутствующих компонентов. В рамках модернизации предприятий по производству минеральных удобрений и повышения их конкурентоспособности требуется расширение ассортимента удобрений, в том числе организация производства бесхлорных калийных удобрений K_2SO_4, KNO_3, KH_2PO_4, растворимых удобрений для теплиц, органо-минеральных и микроудобрений. Кроме того, следует интенсифицировать работы по использованию крупнотоннажных отходов производства удобрений (фосфогипс, глинисто-солевые шламы), а также отходов ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» и других предприятий.

Одним из перспективных направлений является разработка торфяных месторождений. Данный вид сырья обладает значительным экономическим потенциалом, поскольку может

использоваться на энергетические цели, а также для производства различной продукции нетопливного назначения (удобрения, грунты, кормовые добавки, мелиоранты, биологически активные препараты, сорбционные материалы и другое). Общий объем мирового экспорта торфа и торфяных смесей в настоящее время составляет около 8–8,5 млн. тонн в год, крупнейшие экспортеры – Канада, Латвия, Эстония, Ирландия, Беларусь, Литва. В последние годы проводятся работы по получению новой продукции из торфа. В 2020 году ведущий производитель торфяной продукции финская компания «Vapo» приступила к реализации проекта по получению из торфа активированных углей мощностью 5000 тонн в год.

Республика Беларусь входит в число стран с крупными запасами торфа и занимает ведущее место по изученности и использованию торфяных ресурсов. Общая площадь торфяных месторождений составляет 2,4 млн. га с геологическими запасами торфа около 4 млрд. тонн. Схема распределения торфяников по направлениям использования на период до 2030 года, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2015 г. № 1111, включает 8533 торфяных месторождения. В разрабатываемый фонд торфа включено 190 торфяных месторождений и участков, отведенных и перспективных для добычи торфа, общей площадью 99,1 тыс. га (промышленные запасы сырья – 302,1 млн. тонн). Для промышленного освоения подготовлено 75 сапропелевых месторождений с балансовыми запасами 80 млн. тонн.

Деятельность в области добычи и переработки торфа осуществляют 25 предприятий республики, основная продукция – брикеты топливные, грунты питательные (более 50 наименований), торф верховой, удобрения жидкие, торф кусковой топливный, горшочки торфяные. Наиболее перспективной представляется переработка торфа для получения нетопливной продукции, поскольку такие производства не требовательны к объемам сырья и разработка может быть экономически эффективной при небольших объемах залежи (0,5–1 млн. тонн).

В рамках ГНТП «Природопользование и экологические риски» на 2016–2020 годы начата разработка технологии опытно-промышленного производства активированных углей из кускового торфа. В рамках настоящей подпрограммы планируется выполнение НИОК(Т)Р по разработке комплексной технологии получения углеродных адсорбентов из торфяного сырья методом парогазовой активации (потребность республики в активированных углях – около 800 тонн в год).

Вторым из перспективных направлений является добыча на выбывших из эксплуатации торфоучастках сапропеля, который широко используется для создания удобрений, кормовых добавок, биомедицинских препаратов. В республике имеется более 400 перспективных торфяных месторождений с залежами сапропеля (около 100 млн. тонн). Освоение этих ресурсов является более перспективной технической задачей, чем разработка залежей озерного сапропеля.

Целью настоящей подпрограммы является разработка новых и совершенствование существующих экологически безопасных технологий переработки минерального (в основном калийного) и органического (торф и сапропель) сырья и создание на его основе инновационных продуктов.

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих задач:

углубленное изучение состава и свойств различных видов торфа и сапропелей;

разработка комплекса научно-технологических решений, обеспечивающих возможность увеличения использования потенциальных ресурсов месторождений;

создание новых химических технологий комплексной переработки полиминеральных калийных и фосфатных руд, получение новых форм простых и комплексных удобрений и микроудобрений на их основе;

получение сорбционных материалов, ингибиторов коррозии, новых полимерных материалов различного назначения, нанокомпозитов и композиционных полимерных материа-

лов, лакокрасочных материалов и покрытий, катализаторов и биосовместимых неорганических материалов;

разработка и внедрение технологий изготовления функциональных материалов с особыми свойствами, организация малотоннажного производства химических продуктов и препаратов широкого спектра действия.

Мероприятия настоящей подпрограммы будут направлены на:

создание энерго- и ресурсосберегающих производств новых конкурентоспособных видов органо-минеральных удобрений и мелиорантов почв на основе глубокой переработки торфа и сапропеля, гуминовых концентратов и стимуляторов роста растений, активированных углей, сорбционных материалов, развитие производств продукции сельскохозяйственного и бальнеологического назначений на основе торфа и сапропеля;

совершенствование технологических процессов действующих и строящихся предприятий по производству минеральных удобрений;

разработку инновационных технологий и оборудования, организацию производства новых форм простых и комплексных удобрений на основе малоотходных, ресурсосберегающих технологических процессов;

разработку эффективных технологий и оборудования для организации производства удобрений специального назначения;

получение химических реагентов и материалов на основе побочных продуктов производства минеральных удобрений;

разработку и внедрение инновационных технологий производства удобрений, других средств химизации и повышение эффективности их использования в агропромышленном комплексе, создание конкурентоспособного устойчивого и экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции, обеспечивающего внутренние потребности страны и наращивание экспортного потенциала;

разработку современных лакокрасочных материалов и покрытий с особыми свойствами для промышленных предприятий;

разработку технологий комплексной переработки сильвинито-карналлитовых руд для создания востребованных магнийсодержащих продуктов (расширение ассортимента продукции стекольной промышленности, создание производств новых видов пористых и вспененных силикатных материалов, изделий из керамики, радиопротекторных и других материалов).

Реализация настоящей подпрограммы будет способствовать дальнейшему развитию и внедрению современных энергоэффективных и экологически безопасных химических технологий, созданию новых химических продуктов для различных отраслей экономики.

Подпрограмма 7 «Развитие электротранспорта»

Производство и использование электротранспорта выступает одним из наиболее современных трендов, способствующих повышению эффективности использования ресурсов, более широкому внедрению чистых и экологически безопасных технологий. К преимуществам электротранспорта относятся: энергоэффективность, более высокая производительность по сравнению с транспортом, использующим двигатели внутреннего сгорания, сокращение выбросов парниковых газов и вредных веществ, снижение уровня загрязнения воздуха, оздоровление городской среды и повышение безопасности на дорогах.

Электрификация автомобилей станет одним из ключевых элементов снижения удельной стоимости автомобильных аккумуляторных батарей.

Республика Беларусь имеет значительный научно-технический и промышленный потенциал в сфере разработок и производства электротранспорта. В организациях НАН Беларуси выполнен широкий спектр исследовательских работ, в результате которых созданы экспериментальные и опытные образцы электротранспорта и его компонентов. Ведущая

научная организация в данной сфере – Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси. Осуществляется тесное научно-техническое взаимодействие в сфере разработок и производства электротранспорта между академическими и промышленными организациями.

Развитие электротранспорта представляется особенно перспективным в связи с запуском Белорусской АЭС, что позволит обеспечить положительную динамику в электропотреблении на цели зарядки электротранспорта и создаст условия для его использования в различных сферах жизнедеятельности общества.

Настоящая подпрограмма также содержит мероприятия, направленные на продление срока эффективной эксплуатации, реновации и вторичного использования применяемых в электротранспорте накопителей электрической энергии, что позволит в значительной мере решить вопрос об утилизации отработанных накопителей (аккумуляторных батарей).

Уже в настоящее время в рамках других программ реализованы либо планируются к реализации ряд мероприятий, направленных на развитие электротранспорта, к выполнению которых привлечены производственные предприятия и научные учреждения.

Расширение целевого использования возобновляемых источников энергии

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – энергия солнца, ветра, тепла земли, естественного движения водных потоков, древесного топлива, иных видов биомассы, биогаза, а также источники энергии, не относящиеся к не возобновляемым.

Официально Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь насчитывает 481 установку ВИЭ, по видам использующие: энергию биогаза; энергию биомассы; энергию солнца; энергию движения водных потоков; энергию ветра.

Впервые вопрос о возобновляемой энергии был поднят, когда появилась директива № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» в 2007 году. С тех пор появилось около сотни разной мощности ветрогенераторов. В Могилевской области введена в эксплуатацию и работает солнечная электростанция мощностью 109 МВт, которая является мощнейшей в Восточной Европе. Гидроэлектростанции (ГЭС) Беларуси в прошлом году выработали более 370 млн кВт.ч электроэнергии по данным пресс-службы Министерства энергетики.

В Республике Беларусь роль энергосбережения и энергоэффективности в сочетании с производством экологически чистой энергии с каждым годом возрастает. При этом особое внимание уделяется автоматизации и цифровизации технологических процессов.

По итогам 2022 года доля ВИЭ в топливно-энергетическом балансе страны составила 8,1 %.

Наиболее крупные объекты: Полоцкая ГЭС (21,66 МВт), Витебская ГЭС (40 мВт), Гродненская ГЭС (17 МВт), Ветроэнергетическая станция в Могилевской области (15 МВт), Ветроэлектрическая станция в Новогрудском районе (9МВт), Речицкая фотоэлектрическая станция (55,2 МВт).

По официальной информации мощность установок возобновляемых источников энергии в стране за последние девять лет выросла с 93 МВт до 630 МВт на начало 2023 года. Ожидается, что к 2024 году этот показатель составит порядка 700 МВт, что эквивалентно 7% от установленной мощности белорусской энергосистемы.

В последнее время развитие возобновляемых источников энергии со стороны государства снизилось, несмотря на наличие существенного потенциала в области солнечной энергетики, гидро- и ветроэнергетики, а также биогаза для Беларуси. Из инноваций ВИЭ, в Беларуси сейчас начинает развиваться новое направление в возобновляемой энергетике – выращивание быстрорастущей древесины. В соответствии с результатами, достигнутыми в ряде зарубежных стран, среднегодовой урожай при трехлетней ротации ивы может достигать 10–15 тонн сухого вещества с гектара. Собранная биомасса может быть использована как источник энергии.

В области растениеводства строительство и интеграция ВИЭ в энергосистему страны вносит важный вклад в достижение цели «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех» Республикой Беларусь и других ЦУР.

Задачи цели «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех»:

- к 2030 году обеспечить всеобщий доступ к недорогому, надежному и современному энергоснабжению;

- к 2030 году значительно увеличить долю энергии из возобновляемых источников в мировом энергетическом балансе;

- к 2030 году удвоить глобальный показатель повышения энергоэффективности:

а) к 2030 году активизировать международное сотрудничество в целях облегчения доступа к исследованиям и технологиям в области экологически чистой энергетики, включая возобновляемую энергетику, повышение энергоэффективности и передовые и более чистые технологии использования ископаемого топлива, и поощрять инвестиции в энергетическую инфраструктуру и технологии экологически чистой энергетики;

б) к 2030 году расширить инфраструктуру и модернизировать технологии для современного и устойчивого энергоснабжения всех в развивающихся странах, в частности в наименее развитых странах, малых островных развивающихся государствах и развивающихся странах, не имеющих выхода к морю, с учетом их соответствующих программ поддержки.

Ресурсосберегающая деятельность в растениеводстве путем интегрированного внесения органических, минеральных удобрений, сидератов, бактериальных удобрений, а также торфа и сапропеля. Проблема современной агросферы.

Современное мировое сельскохозяйственное производство характеризуется интенсивным потреблением энергоресурсов: топлива, механизации, пестицидов, удобрений и других средств. Сельское хозяйство занимает второе место в мире среди основных потребителей топливно-энергетических ресурсов в стране. Высокий уровень интенсификации сельского хозяйства наряду с обеспечением высокой его продуктивности сопровождается загрязнением окружающей среды, увеличением затрат на единицу продукции и дефицитом энергетических ресурсов

Последние три десятилетия сельское хозяйство Беларуси, как и многих других стран, развивалось в направлении интенсификации преимущественно химико-техногенным путем. По оценке ученых, в последнее время на производство продовольствия расходуется около 20—25 % энергоресурсов, потребляемых в республике. Это свидетельствует о том, что сельское хозяйство является весьма энергоемкой отраслью, а современное земледелие Беларуси далеко от рационального.

Формирование эффективного, конкурентоспособного агропромышленного производства, обеспечивающего продовольственную безопасность страны и вхождение в мировые рынки продовольствия, требует совершенствования систем земледелия на основе разработки и активного внедрения эффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий производства растениеводческой продукции.

В последнее время этому соответствует интегрированная система земледелия или система адаптивной интенсификации земледелия, которая предусматривает рациональное и эффективное использование энергетических и других материальных ресурсов, обеспечивающих снижение удельных затрат на производство продукции (табл.32).

Таблица 32 – **Классификация и характеристика систем земледелия**

Система земледелия	Характеристика
Экстенсивная	Плодородие почвы поддерживается природными факторами
Техногенная	Широкое применение органических и минеральных удобрений, мелиорантов, средств защиты растений
Биологическая (альтернативная)	Полный отказ от минеральных азотных удобрений, химических средств защиты растений
Интегрированная (адаптивная)	Рациональное и эффективное использование всех материальных ресурсов, снижение удельных затрат на производство продукции
Точная	Использование информационных технологий с целью принятия современных и эффективных решений для получения экономически оправданного, экологически безопасного урожая

Целью интегрированного земледелия является получение не максимальной, а агроэкономически целесообразной урожайности сельскохозяйственных культур, что соответствует требованию производства конкурентоспособной продукции, т.е. продукции качественной, обеспеченной меньшими затратами средств интенсификации. Применительно к химизации это достигается путем рационального использования органических и минеральных удобрений.

В структуре энергетических затрат на возделывание сельскохозяйственных культур более 40 % приходится на удобрения, поэтому комплекс мероприятий по повышению эффективности использования удобрений имеет большое энергетическое значение. В первую очередь это относится к минеральным удобрениям.

Получение высокой и устойчивой продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях преобладающих в республике дерново-подзолистых почв находится в прямой зависимости от уровня плодородия почв и объемов применения минеральных и органических удобрений.

Плодородие почв является основой устойчивого развития сельского хозяйства при любых погодных условиях. У всехстран с высоким уровнем его развития есть одна общая черта — почвы с высоким плодородием сформированы благодаря длительному, интенсивному применению минеральных и органических удобрений. Например, более 80 % почв сельскохозяйственных угодий Финляндии, Швеции и Норвегии относятся к высокообеспеченным фосфором и калием. Колебания урожайности зерновых культур здесь в различные по погодным условиям годы не превышают 10-15 %.

Для дерново-подзолистых почв очень важное значение в формировании урожайности сельскохозяйственных культур имеет содержание гумуса, фосфора и калия, pH. По данным последнего тура крупномасштабного агрохимического обследования почв, средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах составляет 2,23 %, подвижного фосфора - 191 мг/кг, калия — 206 мг/кг, pH_{kcl} — 5,89.

В последнее время наблюдается небольшое подкисление почв, что вызвано снижением объемов проведения известкования. Среднее содержание подвижного фосфора и калия в пахотных почвах по сравнению с предыдущими турами существенно повышается. Однако слабо обеспеченные фосфором почвы (менее 100 мг на 1 кг почвы) занимают 21,1 % пашни. Содержание калия в средне-, легкосуглинистых и супесчаных почвах соответствует оптимуму, а в песчаных — уже превышает средний уровень оптимума.

Минеральные удобрения. Состояние плодородия почв в значительной степени определяется объемом применения минеральных и органических удобрений.

Ресурсосберегающая система применения удобрений должна обеспечивать сбалансированное питание по всем элементам сельскохозяйственных культур, максимальную от-

дачу в виде прибавки урожайности, а также хотя бы минимальное повышение запасов в почвах фосфора и калия. Агрохимически окультуренные почвы, обладающие оптимальными параметрами содержания фосфора, калия, гумуса, pH, обусловливают стабильную основу продуктивности растениеводческой отрасли, особенно в годы с неблагоприятными погодными условиями. На таких почвах для получения планируемой урожайности требуются меньшие затраты минеральных удобрений, что позволяет перейти на принципиально новую ресурсосберегающую систему их применения.

В последнее время данная система уже реализуется в планахприменения удобрений по полям и отдельным участкам. Суть ее заключается в том, что расчетные дозы минеральных удобрений на почвах с оптимальным содержанием фосфора и калия должны компенсировать вынос этих элементов с урожаем, т.е. поддерживать достигнутый уровень плодородия почв. На почвах с более низким содержанием фосфора и калия расчетные дозы фосфорных и калийных удобрений на 40-80 % превышают вынос указанных элементов с целью постепенного повышения запасов их в почвах, а на почвах с содержанием фосфора и калия более 300 мг/кг при расчете доз удобрений предусматривается только частичная (50—60 %) компенсация выноса фосфора и калия с урожаем. Азотные удобрения применяются в дозах, рассчитанных на получение планируемой урожайности. Применение такой ресурсосберегающей системы удобрений позволяет выровнять агрохимическую пестроту полей и получить максимальную отдачу от минеральных удобрений.

Одним из резервов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является применение микроудобрений с учетом обеспеченности почв микроэлементами. В ресурсосберегающей системе удобрения предусматривается использование удобрений на почвах первой, второй и третьей группы обеспеченности микроэлементами при планировании высокой продуктивности возделываемых культур. При этом основным экономически и экологически целесообразным способом применения микроудобрений являются некорневые подкормки в период вегетации.

Совершенствование технологии (способов) внесения также способствует ресурсосберегающему применению удобрений. Во всех странах мира совершенствование способов внесения удобрений идет по пути их локализации в почве. Агрохимической наукой установлено, что локальный способ внесения более эффективен, чем разбросной, что позволяет в среднем на 30 % сократить дозу, а вместе с тем и затраты на удобрение.

Рядковое удобрение — внесение фосфора и NPKв форме комплексного удобрения в рядки при посеве и некорневые подкормки минеральными удобрениями также отвечают требованиям ресурсосбережения и экологии.

Для некорневой подкормки чаще всего используются микроэлементы, азот, а в последние годы и ЖКУ, в состав которых входят азот, фосфор, калий, сера, магний и микроэлементы. Использование небольших количеств элементов питания в некорневую подкормку оказывает такой же или больший эффект, чем при внесении в почву большей дозы удобрений. Так, при некорневой подкормке дозы микроудобрений можно сократить почти в 10 раз, что позволяет снизить затраты на их производство.

Разработка и применение новых форм минеральных удобрений также содействует ресурсосбережению. Общей тенденцией в мировой практике и в нашей республике является увеличение объемов применения комплексных твердых и жидких форм удобрений под конкретные сельскохозяйственные культуры. Применение комплексных удобрений позволяет почти в 2 раза снизить энергетические и трудовые затраты на их внесение по сравнению с однокомпонентными.

К энергосберегающим и экологически приемлемым удобрениям следует отнести азотные медленнодействующие удобрения (мочевина с гидрогуматом, сульфат аммония с защитным покрытием). Эти удобрения обладают пролонгированным (длительным) действием, обеспечивают снижение потерь азота при вымывании на 27—35 %, газообразных потерь азота — на 10—15 %, увеличение урожайности сельскохозяйственных культур на 10—28 %, улучшение качества продукции за счет снижения содержания нитратов - на

15—30 % при одновременном сокращении накопления ^{137}Csи ^{90}Sr, тяжелых металлов — на 10—30 % по сравнению со стандартными формами.

Энергосбережению может содействовать совмещение внесения удобрений в некорневую подкормку с другими технологическими приемами, например с внесением пестицидов, регуляторов роста растений. Научными исследованиями установлено, что дозу пестицидов можно уменьшить на 30 % при совместном их внесении с азотными удобрениями (5—10 кг/га д.в.).

Перспективным считается внесение удобрений при капельном орошении — фертигации. Оно может применяться в овощеводстве. Для этой цели используются хорошо растворимые в воде комплексные удобрения - растворин, кристаллин и др.

Немаловажное значение как ресурсосберегающий прием имеет совершенствование техники для внесения удобрений, которое во всем мире идет по пути повышения равномерности внесения, точности дозирования и увеличения ее производительности (увеличение ширины захвата, грузоподъемности, скорости движения и т.д.). Кроме того, в республике ни одна машина для внесения удобрений не оборудована маркером, с помощью которого механизатор мог бы правильно выдерживать расстояния между смежными проходами трактора. В результате изменяется доза внесения, повышается неравномерность распределения удобрений.

В последнее время в республике применяются высокопроизводительные машины для внесения твердых и жидких минеральных удобрений импортного производства, соответствующие современным требованиям по точности дозирования и равномерности внесения удобрений. В Беларуси созданы и используются машины для внесения твердых минеральных удобрений (РШУ-12, СУ-12 и др.), характеризующиеся лучшими по сравнению со старой техникой технологическими характеристиками.

Органические удобрения. Наряду с минеральными удобрениями органические удобрения являются дополнительным источником элементов питания. Однако, учитывая, что рентабельность их в связи с существенным ростом затрат на заготовку и внесение находится на минимальном уровне, органические удобрения следует рассматривать в большей мере как основное средство для поддержания бездефицитного баланса гумуса и улучшения агрофизических свойств почвы.

Задача земледелия на ближайшее время — сохранить бездефицитный баланс гумуса на почвах с высоким его содержанием, а на почвах с низким содержанием — обеспечить положительный баланс и накопление гумуса в почвах. При сложившейся структуре посевных площадей на пахотных землях республики минерализуется в среднем 1,0-1,2 т/га гумуса в год. За счет растительных остатков восстанавливается на связных почвах в среднем около 50 %, на легких почвах — около 40 % потерь гумуса. Остальное количество минерализованного гумуса должно быть восстановлено за счет внесения органических удобрений.

Максимальная потребность земледелия в органических удобрениях для обеспечения бездефицитного баланса гумуса составляет 13 т/га, фактически применяется на пашне 9,3 т/га.

При этом следует отметить высокую затратность технологий внесения органических удобрений. В связи с этим остро стоит проблема как ресурсосбережения, так и накопления органических удобрений.

Снижение затрат при использовании навоза может идти по пути совершенствования технологии его приготовления и внесения. Технология приготовления должна быть направлена на получение качественного навоза, компостов, т.е. на снижение потерь азота, содержания патогенной микрофлоры, уменьшение количества семян сорняков, влажности и увеличение концентрации элементов питания. Навоз лучшего качества получают при хранении холодным способом, при котором меньше потери азота и органического вещества. При вывозке навоза необходимо использовать менее затратную прямоточную технологию. При этом внесение навоза эффективно в радиусе 5 км. Равномерное внесение и

своевременная заделка навоза обеспечивают максимальную его эффективность и прежде всего при возделывании пропашных культур (корнеплодов, кукурузы, сахарной свеклы, картофеля и овощных культур).

С точки зрения ресурсо- и энергосбережения органические удобрения для пополнения запасов гумуса в почве следует использовать на полях, расположенных вблизи мест их заготовки. На удаленных полях регулировать баланс органического вещества в почве целесообразнее за счет многолетних бобовых трав, промежуточных посевов, сидеритов, а также использования соломы.

Для компенсации дефицита органических удобрений необходимо ежегодно использовать 3,0 млн т соломы, 2,8 млн т торфа, а также иметь в структуре посевных площадей не менее 10 % промежуточных культур, запашка растительных остатков которых позволит дополнительно получать до 1,5 млн т органического вещества.

При сложившейся структуре посевных площадей выход соломы в земледелии страны составляет 5,5—7,0 млн т. Часть ее (примерно 40 %) в основном ячменная и овсяная, используется на кормовые цели. Другая (солома ржи, тритикале, пшеницы) может использоваться для подстилки скота в целях заготовки органических удобрений.

Эффективным способом использования соломы является ее непосредственное применение на удобрение без отчуждения из агроценозов. В республике объемы такого использования могут достигать 3,0 млн т в год. В качестве удобрения можно использовать солому крестоцветных культур (редька масличная, горчица, сурепица, рапс), солому гречихи, кукурузы, люпина, кормовых бобов, сои, которые в чистом виде практически не используются на корм и подстилку. Для удобрения рекомендуется также солома озимой и яровой пшеницы, озимой и яровой тритикале, а также излишки соломы ячменя, овса, проса и зернобобовых культур.

Запашка 1 т соломы в сочетании с жидким навозом или минеральным азотом по агрономической эффективности и по влиянию на содержание гумуса в почве равноценна 3,5—3,8 т соломистого навоза. Производственные затраты в этом случае в 1,5—3,0 раза меньше по сравнению с приготовлением и применением традиционных органических удобрений.

Многолетние травы. Сокращение объемов применения органических удобрений настоятельно требует расширения посевных площадей под многолетние бобовые травы. Многочисленными исследованиями установлено, что из всех сельскохозяйственных культур только многолетние бобовые травы способствуют накоплению органического вещества в почве. Чтобы обеспечить положительный баланс гумуса при возделывании всех других культур, необходимо вносить определенное количество органических удобрений. При наличии в севообороте 25 % многолетних бобовых трав бездефицитный баланс гумуса в почве отмечается даже без внесения навоза при использовании только минеральных туков. Для достижения положительного баланса гумуса затраты навоза в этом случае снижаются почти в два раза по сравнению с севооборотами без многолетних бобовых трав. Кроме того, размещение по этому предшественнику зерновых культур позволяет уменьшить дозу азотных удобрений на 25—30 % без снижения уровня продуктивности пашни за счет использования культурными растениями биологического азота, накопленного в почве бобовыми травами.

В хозяйствах, где преобладают легкие почвы и выход навоза составляет менее 8 т/га пашни, необходимо использовать энергосберегающую структуру посевов из расчета не менее 2 га многолетних трав на каждый гектар пропашных культур.

Накопление гумуса в почве за счет возделывания клевера значительно выгоднее, чем в результате использования органических удобрений. Энергозатраты на формирование 1 т гумуса за счет пожнивных и корневых остатков клевера составляют 0,36 МДж, а за счет подстилочного навоза - 4,5 тыс. МДж, т.е. в 12 раз больше; при использовании подстилочного птичьего помета — 3,81 МДж, а при внесении жидкого навоза - 11,6-22,7 тыс. МДж.

Промежуточные культуры. Существенное значение для повышения содержания гумуса в почве в условиях недостатка органических удобрений и дефицита энергоресурсов

имеет возделывание промежуточных культур, увеличивающих поступление органического вещества в почву. За счет этого фактора количество органической массы корневых и пожнивных остатков может быть увеличено на 20—30 %.

О влиянии корневых и пожнивных остатков промежуточных культур на содержание гумуса в почве в литературе нет других мнений, кроме положительного. Запашка их в почву равноценна внесению 4—5 т/га навоза.

Увеличению содержания гумуса в почве способствует совместное применение зеленого удобрения с соломой. В крупнотоварном производстве агроэкономически наиболее целесообразно зеленую массу использовать на корм животным, а корневые и пожнивные остатки запахать.

Кроме прямого влияния на содержание гумуса в почве сидериты снижают переуплотнение почвы, улучшают ее структуру, предотвращают водную и ветровую эрозию, вымывание элементов питания за пределы корнеобитаемого слоя.

В специализированных зерновых севооборотах, где неизбежно размещение зерновых по зерновым, пожнивные культуры на зеленое удобрение являются эффективным средством для улучшения фитосанитарного состояния посевов и увеличения сборов зерна (данные лаборатории севооборотов Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию).

Бактериальные удобрения. Ориентация системы удобрения на ресурсосбережение и экологическую целесообразность предусматривает применение бактериальных удобрений, которое создает условия для экономии минеральных удобрений. В республике наиболее широко представлены удобрения на основе симбиотических и несимбиотических (ассоциативных) бактерий.

Бактеризация бобовых культур сапронитом (разработчик Институт микробиологии НАН Беларуси) увеличивает их азотфиксацию на 15—50 %, а применение азотобактерина (Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси) и ризобактерина (Институт микробиологии НАН Беларуси) под зерновые культуры открывает возможности значительной экономии (на 20— 30 %) доз азотных удобрений.

Таким образом, к основным мероприятиям, способствующим ресурсосберегающему использованию удобрений, можно отнести:

1) сбалансированное внесение минеральных удобрений в расчетных дозах в соответствии с учетом потребности растений и обеспеченности почв элементами питания, т.е. в соответствии с планами применения удобрений;

2) комплексное применение органических, бактериальных, минеральных макро- и микроудобрений, пестицидов и регуляторов роста растений;

3) применение медленнодействующих азотных удобрений и комплексных форм минеральных удобрений, сбалансированных по основным элементам питания с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур;

4) применение локального дспосевного и припосевного способов внесения удобрений, а также некорневой подкормки растений;

5) использование в качестве органического удобрения соломы сельскохозяйственных культур, а также промежуточных культур; оптимизация соотношения многолетние травы : пропашные культуры;

6) поддержание оптимального уровня кислотности почв, содержания подвижных форм фосфора и калия и бездефицитного баланса гумуса в почвах;

7) замена существующего парка машин для внесения минеральных и органических удобрений на новые высокопроизводительные машины, соответствующие современным требованиям по точности дозирования и равномерности внесения.

Ресурсосберегающая система применения удобрений, являющаяся составной частью современной интегрированной (адаптивной) системы земледелия, решает тактическую задачу рационального и экономически эффективного использования имеющихся ресурсов минеральных и органических удобрений.

Система применения удобрений в точном земледелии.

Точное земледелие позволяет повысить конкурентоспособность агропромышленного производства, так как точное земледелие в наибольшей мере отвечает требованиям ресурсосбережения.

Точное земледелие (или как его иногда называют «прецизионное земледелие» — precisionagriculture) — это управление продуктивностью посевов с учетом внутрипольной вариабельности среды обитания растений. Условно говоря, это оптимальное управление для каждого квадратного метра поля. Целью такого управления является получение максимальной прибыли при условии оптимизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов. При этом открываются реальные возможности производства качественной продукции и сохранения окружающей среды.

Как показывает международный опыт, такой подход обеспечивает значительно больший экономический эффект и, самое главное, позволяет повысить воспроизводство почвенного плодородия и уровень экологической чистоты сельскохозяйственной продукции. Например, фермеры из Германии при внедрении элементов точного земледелия добились повышения урожая на 30 % при одновременном снижении затрат на минеральные удобрения на 30 % .

Точное земледелие включает в себя множество элементов, но все их можно разделить на три основных этапа:

1) сбор информации о хозяйстве, поле, культуре, регионе;
2) анализ информации и принятие решений;
3) выполнение решений - проведение агротехнологических операций.

Для реализации технологии точного земледелия необходимы: современная сельскохозяйственная техника, управляемая бортовой ЭВМ и способная дифференцированно проводить агротехнические операции, приборы точного позиционирования на местности (GPS-приемники), технические системы, помогающие выявить неоднородность поля (автоматические пробоотборники, различные сенсоры и измерительные комплексы, уборочные машины с автоматическим учетом урожая, приборы дистанционного зондирования сельскохозяйственных посевов и др.).

Ядром технологии точного земледелия (второй этап из рассмотренных выше) является программное наполнение, которое обеспечивает автоматизированное ведение данных картотеки сельскохозяйственных полей, а также оптимизацию и реализацию агротехнических решений с учетом вариабельности характеристик в пределах возделываемого поля.

Первый этап достаточно развит в плане технического и программного обеспечения. За рубежом активно используются почвенные автоматические пробоотборники, оснащенные GPS- приемниками и бортовыми компьютерами; геоинформационные системы (ГИС) для составления пространственно-ориентированных электронных карт полей; карты урожайности обмолачиваемых культур, получаемые сразу после уборки; дистанционные методы зондирования (ДДЗ), такие как аэрофотосъемка и спутниковые снимки. В последнее время используются все перечисленные компоненты сбора информации.

Второй этап – на рынке существует ряд программных продуктов, предназначенных для анализа собранной информации и принятия производственных решений. В основном это программы расчета доз удобрений с элементами геоинформационных систем (ГИС). Например, это SSToolBox, Agro-Map, Агроменеджер, ЛИССОЗ, УрожайАгро, АдептИС, а также FieldRoverII, MapInfoи AgroView.

Этап выполнения агротехнологических операций, так же как и первый этап, динамично развивается. Здесь самыми распространенными являются операции по внесению жидких и твердых минеральных удобрений, а также посев зерновых культур.

Внесение удобрений по технологии точного земледелия производится дифференцированно, т.е. на каждый квадратный метр вносится столько удобрений, сколько необходимо именно здесь (на данном элементарном участке поля). Внесение проводится в двух режимах — off-lineи on-line. Следует отметить, что дифференцированное внесение минераль-

ных удобрений является ключевым элементом в точном земледелии.

Режим off-linепредусматривает предварительную подготовку на стационарном компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно привязанные, с помощью GPS, дозы удобрения для каждого элементарного участка поля. Для этого проводится сбор необходимых для расчета доз удобрений данных о поле (пространственно привязанных). Проводится расчет дозы для каждого элементарного участка поля, тем самым формируется (в специальной программе) карта-задание. Затем карта-задание переносится на чип-карту (носитель информации) на бортовой компьютер сельскохозяйственной техники, оснащенной GPS-приемником, и выполняется заданная операция. Трактор, оснащенный бортовым компьютером, двигаясь по полю, с помощью GPSопределяет свое место нахождения. Считывает с чип-карты дозу удобрений, соответствующую месту нахождения, и посылает соответствующий сигнал на контроллер распределителя удобрений (или опрыскивателя). Контроллер же, получив сигнал, выставляет на распределителе удобрений нужную дозу.

Режим реального времени (on-line) предполагает предварительно определить агротехнические требования на выполнение операции, а доза удобрений определяется непосредственно во время выполнения операции. Агротребования в данном случае — это количественная зависимость дозы удобрения от показаний датчика, установленного на сельскохозяйственной технике, выполняющей операцию, который в инфракрасном и красном диапазоне света определяет содержание хлорофилла в листьях и биомассу. На основании этих данных, а также данных по сортуи фенофазе растения определяется доза азотных удобрений. Например, растения с высоким содержанием хлорофилла (окраска листьев интенсивно-зеленая) нуждаются в меньшей дозе азота, а с низким, наоборот, в большем количестве азота. Для использования N-сенсора также необходим портативный прибор N-tester(тестер), определяющий те же параметры. Результаты выполнения операции (дозы и координаты, обработанная площадь, время выполнения и фамилия исполнителя) записываются на чип-карту.

В режиме on-linebортовой компьютер получает данные от датчика, сравнивает их с определенными и записанными в память агротребованиями и посылает сигнал на контроллер по той же схеме, что и в режиме off-line.

В последнее время активно ведутся разработки различных датчиков, позволяющих использовать режим on-line. Это оптические датчики, определяющие содержание азота в листьях и засоренность посевов, механические, оценивающие биомассу, электромагнитные и пр.

Ресурсосбережение в растениеводстве и биологические приемы борьбы с вредителями и болезнями. Внедрение устойчивых к болезням и вредителям высокоурожайных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, позволяющих повысить урожайность на 25-30 %.

Сущность ресурсосберегающей деятельности заключается в комплексном использовании
ресурсов, максимальном устранении всех видов потерь на каждом этапе производства, более
полном вовлечении в хозяйственный оборот вторичных материальных и энергетических ресурсов при замещении исчерпаемыхневозобновляемых их видов. Ограниченность производственных ресурсов актуализирует проблему ресурсосбережения на всех стадиях агропромышленного
производства.

Ресурсосбережение в АПК, а растениеводство как его составляющей, выполняет три функции. Первая заключается в сокращении затрат, росте выручки и, как следствие, максимизации прибыли. Вторая предполагает наиболее полное удовлетворение потребностей общества в получении качественного продовольствия по относительно невысоким ценам.

Третья функция основана на соблюдении принципа минимизации нагрузок на экосистему. Фактически эти функции можно назвать экономической, социальной и экологической.

При этом в ресурсосбережении выделяют следующие блоки мероприятий (направлений),
нацеленных на выполнение указанных выше функций:

– технический – улучшение технических параметров новой и модернизируемой техники, направленное на снижение потребления ресурсов, топлива и энергии и улучшение их использования
в сельском хозяйстве;

– технологический – создание и внедрение новых ресурсо- и энергосберегающих технологий и технологических процессов;

– организационный – разработка и внедрение новых способов организации производства,
направленных на экономию ресурсов;

– экономический – анализ и выявление тенденций по затратам ресурсов; экономическая оценка имеющихся и перспективных технических средств, технологий и способов производства;

– создание методов стимулирования за разработку и внедрение техники и технологий и реализацию имеющихся резервов.

Анализ передового мирового опыта свидетельствует о том, что экономическая эффективность любого из предприятий АПК зависит не столько от величины ресурсного потенциала, сколько
от умения с максимальной отдачей использовать имеющиеся в распоряжении ресурсы.

Эффективность ресурсосбережения можно представить в виде схемы (рисунок 12), на которой показаны основные составляющие.

Рисунок 12. Эффективность ресурсосбережения

Достижение устойчивого развития экономики сельского хозяйства в настоящее время и в перспективе требует решения проблемы оптимизации ресурсопотребления и ресурсосбережения.

Выделяют следующие основные причины потерь ресурсов в сельскохозяйственном производстве и отраслях , обслуживающих его:

• нерациональный расход материалов в технологиях и изделиях;

• нерациональные технологические потери энергии при переработке материалов, изготовлении и эксплуатации изделий;

• нерациональное использование почвенных ресурсов и биологического потенциала растений.

Учеными установлено, что при ограниченности и дефицитности ресурсов, используемых
в сельском хозяйстве, ресурсосбережение становится важным фактором повышения эффективности производства. Результатом ресурсосбережения является снижение издержек производства
продукции, оно должно стать одним из важных источников обеспечения дополнительной потребности в производственных ресурсах. При этом обязательным условием ресурсосбережения является рост урожайности сельскохозяйственных культур. Так, при урожайности зерновых культур 35 ц/га капитальные вложения в технику на 1000 т убранного зерна сокращаются в 1,4 раза по сравнению с урожайностью 20 ц/га, расход энергоресурсов – в 1,3 раза .

Повысить эффективность сельскохозяйственного производства и конкурентоспособность продукции можно только при применении современной ресурсо- и энергосберегающей техники, позволяющей одновременно применять новые интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Для решения первоочередной задачи, стоящей перед аграриями республики по обеспечению конкурентоспособности производимой продукции в связи с постоянным удорожанием удобрений, средств защиты растений, энергоносителей и необходимостью удовлетворения возрастающих потребностей в качественном и экологически чистом продовольствии, необходимо широкомасштабное освоение энерго- и ресурсосберегающих технологий в рамках информационноуправляемого земледелия, в том числе системы точного земледелия. В связи с этим важнойявляется разработка оборудования и комплексов машин для реализации технологии точногоземледелия, включающей в себя системы сбора и регистрации эксплуатационных параметровмашинно-тракторных агрегатов, системы точного вождения агрегатов, картирования сельхозугодий, мониторинга урожайности и агрохимического состояния почв. Современные технологии все больше проникают в аграрное производство, обеспечивая путирешения стоящих перед ним задач. Одним из базовых элементов ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве является точное земледелие (или, как его иногда называют, – прецизионное земледелие). Условно говоря, под точным земледелием понимается оптимальное управление для каждого элементарного участка поля. Целью такого управления является получениемаксимальной прибыли при условии оптимизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов. При этом открываются реальные возможностипроизводства качественной продукции и сохранения окружающей среды. Такой подход, как показывает международный опыт, обеспечивает гораздо больший экономический эффект. Даннаятехнология отлично зарекомендовала себя и успешно применяется в США, Канаде, Бразилиии в странах Европы.

В настоящее время рост цен на семена, минеральные удобрения, средства защиты растений,технику и другие средства производства в сельском хозяйстве приводит к необходимости повышать эффективность их использования. Сделать это намного легче с применением информационных технологий в сельском хозяйстве. Исходя из того, что ресурсосбережение являетсяодним из важнейших направлений ведения сельского хозяйства, очевиден вектор развития отечественного сельского хозяйства – сокращение потерь ресурсов и повышение энергоэффективности производства продукции.

Основы ресурсосберегающих технологий в растениеводстве составляют следующие элементы:

– нулевая обработка;

– поверхностная обработка почвы (минимальная технология);

– рациональная организация трудовых процессов, например, отказ от отправки зерна с поля на ток, а затем на элеватор, способствующей резкому снижению его потерь; зерно с поля поступает непосредственно на элеватор, что позволяет снижать на 25% затраты на перевозку, доочистку, сушку и положить на хранение более качественную продукцию;

– биологизация земледелия, т.е. широкое использование нетоварной части урожая на удобрение, применение сочетания удобрений соломы с сидерацией, в результате чего достигается повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв;

– сотрудничество с поставщиками и иностранными фирмами, производящими средства защиты растений;

– закупка новых элитных сортов, дающих лучшее качество продукции при большей урожайности;

– освоение малозатратных энергосберегающих технологий возделывания основных коммерческих культур, базирующихся на использовании оптимальных норм высева, удобрений и интегрированной системе защиты посевов от вредных организмов; благодаря их неукоснительному соблюдению отпала необходимость в чистых парах, резко снизилась засоренность полей;

Необходимо уделить внимание подготовке кадров к работе на новой высокопроизводительной технике и внедрению инновационных процессов.

Мощные современные тракторы «Беларус», оборотные плуги для гладкой вспашки, комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты, зерноуборочные комбайны серии «Палессе» и другие машины выполняют технологические операции с высокой производительностью и требуемым качеством. Тем более важными и необходимыми становятся новые разработки, способные устранить проблемные ситуации, возникающие при интенсификации технологий, продолжающихся изменениях климата, необходимости дальнейшего повышения продуктивности полей и кормовыхугодий.

Из разнообразия технологических и технических решений выделим направления, которые имеют наибольший потенциальный интересдляпрактического применения в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь.

Предотвращение переуплотнения почвы. Данная цель находится в рядувсе более усиливающихся практических задач современного земледелия. Масса современных тракторов и комбайнов достигает 15-20 т, а вес плугов, комбинированных агрегатов составляет 5-7 т и более. Как указывалосьрекомендациях Международной комиссии ООН по продовольствию (FAO), при любом варианте ходовой системы и массе машин более 10 т неминуемы отрицательные воздействия на почву и ее последующее переуплотнение.

Дляустранения негативных последствий от переуплотнения проводят периодическое глубокое рыхление специальными орудиями. В настоящее время глубокорыхлители почвывсе шире используются в сельском хозяйстве для более глубокой обработки земельных участков

В результате почва насыщается кислородом и перемешиваются ее более глубокие слои. Такая обработка необходима, так как заметно увеличивает количество получаемого урожая. Дополнительным назначением этого оборудования является разрушение корневой системы и уничтожение сорной растительности.

Современные глубокорыхлители почвы применяются вместо вспашки во время посевных работ, а также после проведения уборки урожая. Это оборудование к тракторам различается конструктивно общими габаритами, а также максимальной глубиной рыхления почвы Минимальная ширина захвата глубокорыхлителя для обработки составляет 2,5 м, но бывают более широкие варианты, которые производятся специально для тяжелой специальной техники, и их ширина захвата достигает 5 м. Минимальная глубина обработки почвы составляет 40 см, максимальная - 80 см.

Дня лучшего последующего измельчения почвы применяются диски, катки или другие приставки, которые технологически сконструированы так, чтобы в процессе глубокого рыхления почвы разбивать образующиеся комки и выравнивать поверхность поля.

Некоторые производители глубокорыхлителей в конструкцию добавили такие элементы, как долота и режущие лапы, которые устанавливаются в требуемом положении на стойке и обеспечивают тем самым улучшенное дробление взрыхляемой почвы и подреза-

ние корневищ сорняков. Мощность трактора для агрегатирования с глубокорыхлителями может варьироваться в пределах от 150 до 500 л. с.

Модель с гидропневматической системой защиты позволяет машине работать без остановок, а также защищает раму от повреждений, увеличивает производительность путем уменьшения простоев, вызванных сменой срезных болтов.

Минимализация обработки почвы.Минимализация обработки почвы является одним из вариантов сохранения почвенной влаги предотвращения эрозии почв, что становится все более актуальным и за продолжающихся в Беларуси климатических изменений. Традиционная пахота, иными словами многократное прохождение машин, при водит к деградации структуры почвы. На поверхности земли появляется почвенная корка, а глубокие слои значительно уплотняются. Это является причиной нарушения водно-воздушного баланса и, как следствие, недостатка кислорода. Дисбаланс приводит к гибели биологической жизни в почвенных слоях. Для сельскохозяйственных культур это далеко не лучшая среда для произрастания: ухудшаются всхожесть растений, их рост и синтез питательных веществ.

Одним из лидеров практического применения почвозащитных технологий в европейском масштабе является немецкая фирма «Horsch» представительства которой имеются в Беларуси и поставляют сельхозтехнику для предпосевной обработки почвы и высокоточного сева.

Сельскохозяйственная техника компании «Horsch» предназначена для прямого посева без предшествующего культивирования поля и агрегатируется с тракторами мощностью от 175 л. с. или выше (в зависимости от модели сеялки). В общих чертах каждый такой посевной агрегатимеет в своем устройстве бункер, пневматическую систему высеваи специальные катки. Все операции, связанные с посевом культур, осуществляются машиной под контролем механизатора в течение одного прохода по засеваемому участку земли. Такое объединение действий нескольких видов техники в едином агрегате существенно сокращает сроки посевных мероприятий, а также снижает потребление топлива и уровень трудовых затрат.

Предлагаемые почвообрабатывающе-посевные агрегаты представляют собой универсальную машину, работающую в разных климатических условиях. Бункер для семян в данной сеялке помещен на ходовую часть с изменяемой навеской, что позволяет агрегатировать комплекс с разными моделями тракторов. Вариант ProntoAS оснащендисковыми сошниками и имеет рабочую ширину 6 м. При работе агрегата почва взрыхляется и измельчается дисками, после чего уплотняющие колеса сеялки прикатывают получившийся слой дли равномерного внесения семян. Такое колесо располагается перед каждым сошником. Таким образом поверхность поля тщательно подготавливается и выравнивается.

ООО «ЛандТехникБел» (г. Барановичи) предлагает приспособить и использовать в условиях Беларуси опробованную по всему миру систему обработки почвы MzuriPro-Til, которая доказала свою эффективность во всех почвенных условиях. На фоне роста производственных затрат для сохранения и увеличения доходности сельского хозяйства в нынешних условиях необходимо внедрение инновационных технологий производства, таких, как полосная обработка почвы MzuriPro-Til. Внедрение полосной обработки почвы по технологии MzuriPro-Tilдает возможность:

- экономии топлива, рабочего времени, затрат и оборудования;
- повышения содержания органических веществ в почве;
- улучшения эффективности действия вносимых удобрений;
- улучшения структуры почвы;
- увеличения производительности, сокращения расходов и ростаприбыли.

В соответствии с технологией MzuriPro-Tilобрабатываются только узкие полосы почвы, вносятся удобрения в слой обрабатываемой полосы, заделываются в эту зону семена на определенную постоянную глубину. В результате обеспечиваются идеальные условия для быстрого прорастания семян, роста растений и высоких урожаев отличного качества.

Технология MzuriPro-Tilпозволяет осуществить посев по стерне сразу же после уборки предшественника. В процессе в землю вносятся удобрения, и высеиваются семена на точно заданную глубину. Среда, в которую попадают семена, надлежащим образом аэрирована и обладает отличной структурой. Это означает, что вспаханные полосы прогреваются лучше, чем поле целиком. За счет использования технологии MzuriPro-Til, одним из преимуществ которой является создание благоприятных водно-воздушных условий, растения быстрее и равномернее всходят. Более того, отмечается интенсивный рост корневой системы и всего растения.

В сравнении с плужной и бесплужной обработками почвы обеспечивается:

- повышение всхожести семян;
- раскрытие биологического потенциала растений;
- эффективность использования удобрений;
- сохранение и накопление влаги;
- 30%-ное сокращение предпосевного внесения удобрений;
- семикратная экономия рабочего времени;
- трехкратная экономия топлива.

Опыт использования данной технологии подтвердил повышение биологической активности микроорганизмов, увеличение содержания органических веществ в почве, а также улучшение структуры почвы, отсутствие почвенной корки и плужной подошвы.

Технология MzuriPro-Til, преимущества которой представлены выше, обладает еще одним важным плюсом - существенное увеличение урожайности. Урожайность культур при полосной обработке Strip-Tilкомплексом MzuriPro-Til, как правило, больше, чем при обычной плужной и бесплужной обработке. В сравнении с обычной бесплужной обработкой предлагаемая технология возделывания Strip-Tilобеспечивает повышение урожайности озимой пшеницы на 7 ц/га. В случае дефицита осадков на суглинистых почвах технология Strip-Tilповышает урожайность озимой пшеницы в сравнении с клас- сической системой обработки почвы со вспашкой с 7,8-8,2 ц/га до 8,1-8,5 ц/га, а озимого ячменя - с 6,2-8,5 до 6,8-9,1 ц/га. Повышение урожайности во многом обеспечивается за счет того, что в процессе обработки технологией MzuriPro-Tilудобрения находятся в непосредственной близости к корневой системе, чем обеспечивает легкий доступ растений к питательным веществам.

Технология создает оптимальные условия для быстрого и равномерного появления всходов сельскохозяйственных растений. За счет этого они в полной мере раскрывают свой биологический потенциал. Более широкое расстояние между рядами (полосами) растений в системе Mzuri, чем в традиционной технологии, позволяет растениям на протяжении большей части периода вегетации иметь лучший доступ к свету. Растения вдоль широких открытых пространств (междурядий), имеют большие листовые пластинки, на которые солнечные лучи попадают намного лучше, чем на традиционном сомкнутом поле. В таких условиях растения хорошо растут и накапливают больше ассимилятов (стабильных органических соединений), давая высокий урожай, что называется эффектом «края поля».

При использовании технологии MzuriPro-Tilпочва рыхлится, а не оборачивается, что снижает тяговое сопротивление, расход топливатакже сокращается и в среднем достигает 16 л/га.

Сокращение расходов на топливо приводит к экономии денежных средств, при этом все операции выполняются за один проход и время на работу уменьшается, а это весьма значимо, особенно во время посевной. Погодные условия в незначительной мере могут повлиять на сроки посева.

Среди прочих преимуществ Strip-Tilи других технологий на ее основе -благоприятное воздействие на экологию. Полосное рыхление почвы в отличие от пахоты, способствует снижению выброса $C0_2$ и N_2O. Стерня и большое количество послеуборочных остатков

оказывают благоприятное влияние на биологическую активность почвенных организмов, а также:

- защищают от излишнего испарения влаги;
- предотвращают разрушение структуры почвы;
- не допускают чрезмерной уплотненности;
- препятствуют водной и ветровой эрозии.

Высокие показатели характерны даже при непростых биотопных условиях, к примеру, на полях, где почва неоднородная или отмечается дефицит осадков. Прикатывание верхнего слоя почвы в полосе обеспечиваетлучшую плотность обрабатываемого слоя, если сравнивать результат с плужной или бесплужной обработкой. Это благотворно отражается на поступлении почвенной влаги в ряду, несмотря на дефицит осадков в период высева и всхожесть семян растений. Благопритное влияние технологии обработки Strip-Tilна влажность почвы, особенно после нескольких лет ее применения, сохраняется в течение всегопериода вегетации. Использование Strip-Tilcпособствует снижению плотности почвы, увеличению количества бактерий и почвенных червей.

Методы защиты растений от болезней, сорняков и вредителей из года в год совершенствуются. В применяемых способах защиты растений можно выделить несколько групп: ***агротехнические, физико-механические, химические и биологические методы борьбы***.

В Республике Беларусь сформирована и действует система интегрированной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, которая творчески объединяет все возможные способы. При этом возможно и целесообразно шире применять экологически безопасные и экономически оправданные способы с возможностью снижения пестицидной нагрузки.

К ***агротехническим методам защиты растений*** относятся правильный выбор и подготовка поля, выращивание и использование здорового посевного материала, пространственная изоляция культур, имеющих общих вредителей, обработка почвы, внесение удобрений, использование устойчивых сортов. При тщательной обработке почвы уничтожаются сорняки, разрушаются места обитания многих вредных насекомых, ухудшаются условия их зимовки. Своевременный и качественный посев обеспечивает наиболее благоприятные условия для прорастания семян и развития растений, что делает их более устойчивыми к повреждениям и конкурентными в отношении сорняков.

Главным достоинством метода стоит назвать возможность предупреждения множества проблем, с которыми можно столкнуться в процессе выращивания растений. Так, например, проще и безопаснее произвести зяблевую вспашку, чем весной прибегать к химическому методу защиты растений. Зяблевая обработка почвы включает два приема: лущение, провоцирующее быстрые всходы падалицы; глубокая зяблевая вспашка, при которой всходы вместе со спорами, личинками зимующих насекомых и семенами сорняков запахиваются глубоко под землю, где большинство из них погибает. Уничтожение остатков растений перед вспашкой также помогает избавиться от многих впавших в анабиоз насекомых, предпочитающих зимовать в корнях растений и остатках листьев и ботвы. В некоторых случаях, например перед выкапыванием картофеля и свеклы, ботва убирается еще до сбора урожая, чтобы предупредить заражение корнеплодов фитофторозом.

Уничтожение сорняков – это также немаловажный этап агротехнической работы. Оно позволяет: предупредить развитие многих болезней культурных растений, так как сорняки часто являются переносчиками вирусов и спор.

Рациональная обработка почвы. Большое влияние на развитие вредных организмов имеют физико-химические свойства почвы. Различные типы обработки почвы существенно изменяют физические параметры, в частности плотность, аэрацию, влажность, температуру и др. На растительных остатках происходит развитие многих возбудителей болезней: бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза, корневых гнилей и др. Поэтому через

10–20 дн. после появления всходов падалицы и сорняков проводят вспашку на глубину не менее 20–22 см, которая приводит к гибели большинства вредных организмов. Ранняя вспашка стерни зерновых культур в значительной степени устраняет недостатки их монокультуры, поскольку не дает возможности питаться на стерне зерновых и других культур вредителям, которые или погибают при вспашке почвы, или уходят на зимовку, не закончив развития, что приводит к гибели их в зимний период.

В условиях Беларуси весновспашка не рекомендуется и должна быть заменена адаптированными к складывающимся условиям безотвальными обработками почвы. В качестве первой весенней обработки на готовящихся к посеву полях можно рекомендовать ранневесеннее боронование агрегатами с пружинными боронами типа АБ-5/9. Данный агрегат в последующем может успешно применяться для борьбы с сорняками при возделывании кукурузы, свеклы и других пропашных культур. Агрегат бороновальный прополочный широкозахватный АБ-9 выпускается рядом предприятий Беларуси (Дрогичинский тракторoремонтный завод и др.) и предназначен для уничтожения сорной растительности в посевах зерновых, зернобобовых, кормовых и пропашных культур (кроме гребневых посевов). Агрегат эффективен в фазе нитевидной стадии развития корневой системы сорняков, для борьбы со снежной плесенью, рыхления поверхностного слоя и разрушения почвенной корки на связных и заплывающих почвах с целью регулирования водно-воздушного режима в корнеобитаемом слое. Преимуществом перед существующей технологией борьбы с сорняками является то, что данный процесс является экологически чистым и не требует применения гербицидов. Агрегатируется с тракторами класса 1,4 Минского тракторного завода серии «Беларус» 1025; 920; 923; 892; 820; 822 с балластными передними грузами. Агрегат применяется на всех типах почв с влажностью в слое 0–15 см не выше 20 %, предельным уклоном поверхности не более 80, а на засоренных камнями участках – с максимальным диаметром камней не более 70 мм.

Биологические приемы борьбы с вредителями и болезнями.

Биологический метод защиты растений

Этот метод предполагает использование живых организмов или продуктов их жизнедеятельности с целью уменьшения численности и вредоносности вредных организмов и создания благоприятных условий для деятельности полезных видов агропроцесов.

Одно из важных направлений биологического метода - сохранение и повышение эффективности природных ресурсов энтомофагов и полезных для защиты растений микроорганизмов.

Не менее важным направлением является обогащение агроценозов полезными организмами, которые в данном агроценозах отсутствуют или имеются в незначительном количестве. Осуществляют это методами сезонной колонизации, внутришньоареального переселения, интродукции и акклиматизации энтомофагов и полезных микроорганизмов, применением промышленных форм биопрепаратов.

Выявление природных полезных биоагентов является неотъемлемой частью интегрированных систем защиты растений, которые включают: мониторинг (наблюдение) фитосанитарной ситуации, комплекс агротехнических мероприятий, среди которых одним из важнейших является выращивание устойчивых против вредных организмов сортов; максимальное сохранение естественных полезных компонентов агроценозов, использование специализированных биологических агентов, безвредные для окружающей среды, а при необходимости - рациональное применение химических средств.

Каждый из основных мероприятий биологического метода (применение энтомофагов и полезных для защиты растений микроорганизмов) имеет свою специфику и проявляет активность при определенных условиях. Эти меры не исключают, а дополняют друг друга. На современном уровне знаний при защите ряда полевых культур задача сохранения урожая не может быть решена путем применения только биологических средств без использования химических. Именно интегрированные системы защиты предусматривают умелое, нестандартное сочетание биологических и химических средств защиты.

Достаточно сложным вопросом является сочетание энтомофагов и химических-инсектицидов, предпочтение здесь следует отдавать инсектицидам селективного действия. Микробиологические средства более удачно сочетаются с химическими без значительного ущерба для микроорганизмов в условиях непродолжительного их контакта.

Биологическая борьба с болезнями растений основан на использовании таких взаимоотношений между организмами, как антагонизм, конкуренция, гиперпаразитизм. Наибольшее практического использования среди антагонистов получили грибы - Триходерма, трихотециум, ампеломицес; актиномицеты; бактерии - споровые (бацилюссубтилис) и неспоровые (из рода псевдомонас).

Как способ биологической защиты от вирусных заболеваний томатов в закрытом грунте используют вакцинацию ослабленными штаммами. Имеющиеся сведения о составе микроорганизмов, полезных для защиты растений, свидетельствуют, что практическое применение пока получили только отдельные виды.

Физико-механический метод

Это один из самых древних методов защиты растений, объединяет применение различных ловушек, термического обеззараживания семенного и посадочного материала, а также непосредственного уничтожения вредных объектов путем их сбора. Он потерял свое значение в хозяйствах, где широко применяются пестициды. Учитывая безопасность для окружающей среды, он получает широкое применение в частном секторе, на приусадебных участках.

Против вредителей и болезней, которые распространяются с семенным и посадочным материалом, большое значение имеет отбор незараженных семян, солнечное обеззараживание (прогревание), а также прогревание в горячей воде перед посевом или посадкой. Так, осеннее озеленение семенных клубней картофеля на солнце играет очень большую роль в их обеззараживании от ряда возбудителей болезней. Прогревание семян овощных культур (огурца, томатов, капусты и др.) защищает их от комплекса болезней, рассады земляники - от почвенного клеща, саженцев и черенков смородины - от почечного клеща.

На производственных посевах сахарной свеклы наиболее распространенным из механических способов было и теперь применяется в некоторых хозяйствах окапывание полей и прошлогодних свекловичных полей, многолетних трав краевыми ловчими канавками. В канавках через каждые 10 м высверливают колодца глубиной 20 см. Жуков долгоносиков (обычного свекольного, серого, черного, люцернового) периодически в канавках и колодцах уничтожают. На свекловичных плантациях для отлова бабочек совок (озимой, восклицательной, капустной, гаммы и др.) раньше широко применяли емкости с патокой, которая находится в процессе брожения. Одна емкость контролирует 0,5 га поля, отлавливая до 70% бабочек. В хозяйствах этот способ имеет важное значение для контроля динамики численности и развития вредителей.

Итак, все механические методы защиты растений от вредных организмов безопасные для окружающей среды, а при правильном и своевременном их применении являются эффективными

Внедрение устойчивых к болезням и вредителям высокоурожайных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур

Внедрение устойчивых к болезням и вредителям высокоурожайных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, позволяющих повысить урожайность на 25-30 %.

Иммунологический метод защиты растений.

Созданы сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, характеризующиеся высоким биологическим потенциалом урожайности, но её реализация на практике не превышает 40-50%. Какова же причина такой ситуации? Мировая практика показывает, что селекция на урожайность и качество продукции без одновременного усиления барьеров, составляющих иммунную систему растений, обуславливает высокую генетическую уязвимость сортов и гибридов. Распространение их на больших территориях является основной причиной частых эпифитотий и массового размножения вредителей. Выращивание воспри-

имчивых сортов становится хорошим питательной средой для вредных организмов. Таким образом, сам человек в лице селекционеров помимо их воли способствует развитию болезней и, по сути, бессознательно, но "планирует" масштабы производства пестицидов.

В условиях интенсификации и специализации производства в хозяйствах ограничиваются возможности использования многих классических профилактических мероприятий, которые регулируют численность и вредоносность патогенов и вредителей. Такая ситуация заставляет увеличивать использование химического метода защиты растений. Использование пестицидов хотя и обеспечивает защиту урожая, но не может планомерно регулировать численность вредных организмов на длительный период. Например, биологическая эффективность применения современных инсектицидов против колорадского жука составляет 95-98%. Но есть 2-5% вредителей, которые не были уничтожены, и в следующем году они полностью воспроизведут численность и вредоносность. Аналогичная ситуация и с возбудителями болезней. Дело в том, что пестициды влияют только на уничтожение вредных организмов и, как правило, не влияют на их плодовитость, а в большинстве случаев даже повышают ее. То есть, такое влияние не является фактором длительного снижения численности. Кроме того, есть основания утверждать, что высокий эффект от воздействия пестицидов способствует отбору особенно жизнеспособных особей, включающий определенные механизмы усиления плодовитости вредных организмов, которые в течение одного следующего поколения не только воспроизведут прежнюю численность, но и превысят ее.

В этой ситуации одним из наиболее эффективных и надежных методов защиты растений является выведение и использование устойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, которые способны длительный период регулировать численность возбудителей болезней и вредителей. Эта регуляция связана с негативным воздействием устойчивости на плодовитость вредных организмов.

Создание сортов и гибридов культурных растений, устойчивых к комплексу вредных организмов, является одной из актуальных задач современности. Прежде всего это связано с задачами охраны окружающей среды от загрязнения и повышения рентабельности растениеводства. Использование устойчивых сортов радикально влияет на объемы применения пестицидов и способствует существенному оздоровлению санитарной обстановки.

Создание и выращивание сортов, устойчивых к ряду заболеваний и вредителей, экономически и экологически более целесообразно, чем применение химических препаратов.

Современные методы клеточной и генной инженеры, компьютерной техники дают возможность существенно ускорить и сделать планируемой селекцию на устойчивость.

Иммунитет растений является биологической особенностью, что приводит проявление у растений устойчивости против возбудителей заболевания. Существуют различные формы проявления устойчивости от определенного отсутствия поражения (абсолютный иммунитет) к слабому выявлению устойчивости (слабо- и средней поражаемости сорта). Иммунитет - высшая форма проявления устойчивости. Устойчивость у растений не определяется каким-либо одним из его свойств, а комплексом морфологических, физиологических, биохимических и генетических особенностей. Одни из них имеют первостепенное значение, другие - соподчиненное. Анатомо-морфологические факторы играют важную роль в усилении сопротивления растений к проникновению возбудителя, другие - физиолого-биохимические - в ограничении распространения возбудителя в тканях растений и ослаблении его действия, обезвреживании вредных продуктов жизнедеятельности последнего, в восстановлении нарушенных процессов обмена веществ.

Устойчивость растений обусловливается двумя категориями иммунитета: пассивным и активным. Пассивный, или неспецифический, иммунитет определяется анатомо-морфологическими особенностями или наличием в тканях растений определенных химических веществ (алкалоидов, фенолов, танинов и др.), которые препятствуют проникновению в растение многих паразитов. Генетический контроль пассивного иммунитета осуществляют полигенами.

Активный (специфический) иммунитет обуславливает устойчивость растений к заболеванию через процессы активной защиты против проникновения и распространения специфического возбудителя. Он контролируется генами или полигенами, которые проявляют свое действие при попытке патогена проникнуть и распространиться в растении. Такой иммунитет наследуется в поколениях. Знание закономерностей его обнаружения и наследовании методической основой создания устойчивых сортов.

Таким образом, использование устойчивых сортов - обычная составляющая интегрированной защиты культуры, которой нужно умело пользоваться. Для этого каждый сорт любой культуры должен сопровождаться обоснованной технологией его выращивания, особенно технологией его защиты от вредных организмов с учетом уровня устойчивости с тем, чтобы свести к минимуму применение пестицидов.

ТЕМА 8. Потребление ресурсов в растениеводстве и их анализ

Ресурсы производства (производственные ресурсы) – это совокупность тех природных, социальных и духовных сил, которые могут быть использованы в процессе создания товаров, услуг и иных ценностей.

Общим существенным признаком производственных ресурсов является их материальная природа, т.е. все производственные ресурсы являются предметами материальной деятельности, имеющими вещественную основу.

Существует множество подходов к классификации экономических ресурсов. Одна из классификаций предлагает разделить ресурсы на природные, материальные, трудовые и финансовые.

Ресурсы, используемые в процессе производства, называются факторами производства. Людские ресурсы в процессе производства выступают как труд, природные ресурсы и вырабатываемые из них материалы – как предметы и средства труда, ресурсы капитала – как реальный капитал. Экономическая деятельность представляет собой последовательный процесс превращения ресурсов в продукт. При этом возникают специфические отношения между экономическими субъектами. Особенность этих отношений проявляется не только в качестве и количестве ресурсов и в способах их использования, но и в функциях владения, распоряжения и пользования ресурсами, что обуславливает право присвоения полученного дохода. Все это превращает категорию ресурсов в объект экономических исследований. Все ресурсы имеют общие и специфические особенности. Прежде всего, особенность большинства видов ресурсов заключается в их ограниченности, редкости. Экономические потребности, напротив, безграничны. И это сочетание – безграничность потребностей и ограниченность ресурсов – образует основу всей экономики, экономической теории. Это наука, «изучающая, каким образом общество с ограниченными, дефицитными ресурсами решает, что, как и для кого производить». Противоречие между безграничностью потребностей и ограниченностью ресурсов образует ту ось, вокруг которой вращается хозяйственная жизнь, и стержень экономики как науки. Хозяйству, фирме, всей национальной экономике приходится постоянно делать выбор, на покупку или производство каких благ следует потратить свои ресурсы, которые почти всегда ограничены.

К материально-техническим ресурсам сельского хозяйства относят земельные, водные ресурсы, здания, сооружения, производственные и непроизводственные постройки, сельскохозяйственные машины и оборудование, мелиоративные и дорожные сооружения, средства связи, многолетние насаждения, сельскохозяйственные растения, семена, корма, удобрения, продуктивный и рабочий скот, средства и предметы труда.

В сельском хозяйстве материальные ресурсы имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при их эффективном использовании.

Особенности материально-технических ресурсов сельского хозяйства:

– специфической составляющей материально- технических ресурсов является земля;

– в состав материально-технических ресурсов сельского хозяйства входят живые организмы: растения, животные;

– материально-технические ресурсы подвержены влиянию природных условий;

– эффективное воспроизводство материально-технических ресурсов зависит от сезонности сельскохозяйственного производства;

– структура и объем материально-технических ресурсов меняется по зонам страны;

– материально-технические ресурсы состоят из ресурсов промышленного и сельскохозяйственного происхождения;

в составе материально-технических ресурсов большая доля отводится мобильным агрегатам – машинам и оборудованию, эксплуатация которых требует большие объемы ГСМ;

–эффективное использование материально-технических ресурсов зависит от функционирования всех звеньев АПК (хранение, переработка, реализация), а также от того, насколько налажены производственно-экономические связи между отраслями.

Под эффективностью использования материально-технических ресурсов следует понимать рациональное соотношение объемов ресурсов с полученным результатом.

Земля является главным средством производства в сельском хозяйстве. В то же время земля как материально-технический ресурс требует мер и средств для ее непрерывного использования и восстановления. К таким действиям относятся мероприятия по улучшению плодородия почвы, по защите земельных ресурсов от негативных последствий процесса производства, по вовлечению новых площадей для увеличения валового сбора основных сельскохозяйственных культур.

Основными слагающими роста урожая являются:

- применение средств защиты растений от болезней и вредителей – 29 %;
- совершенствование агротехники и возделывание новых сортов – 25 %;
- применение удобрений – 17 %;
- использование регуляторов роста растений – 17 %;
- операции по борьбе с сорняками – 12 %.

При этом суммарная роль удобрений и средств защиты растений оценивается в 46 %.

По средним многолетним данным (обобщены профессором М. А. Кадыровым) потери урожая зерна в условиях Республики Беларусь и вызывающие их причины следующие:

- 8,5 % (5,2 ц/га) – несвоевременная обработка почвы, плохое ее качество;
- 10,5 % (6,5 ц/га) – недостаток удобрений, некачественное их внесение;
- 6 % (3,7 ц/га) – сроки и качество посева;
- 11,5 % (7 ц/га) – недостаток пестицидов, неправильный их выбор, некачественное, несвоевременное внесение;
- 6,4 % (3,8 ц/га) – неправильный выбор сорта, урожайные и посевные качества семян;
- 11,5 % (5,1 ц/га) – прямые потери при уборке, перестой на корню, стекание зерна, прорастание в колосе, потери при доработке.

Данные элементы технологии можно считать важнейшими в стратегии создания урожаев в современных условиях. По расчетам известного в мире ученого Дитера Шпаара и его коллег в условиях европейских стран потенциальная продуктивность современных сортов зерновых культур достигает 245,7 ц/га. Практическая деятельность земледельцев должна быть направлена на приближение реальных урожаев к биологически возможным.

На этапе развития сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь стоит сложная задача повышения урожаев зерна. Для этого необходим комплекс количественных и качественных преобразований в сельскохозяйственном производстве. Существенная роль в этом отводится средствам химизации.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур напрямую связано с минеральными удобрениями, правильное применение которых, кроме того, улучшает качество продукции.

Однако в Республике Беларусь начиная с 2011 г. количество применяемых удобрений снижается. Основные причины носят экономический характер, хотя специалисты хозяйств

рассчитывают необходимые объемы удобрений под планируемые урожаи. Резервом повышения эффективности действия всех видов удобрений является качество их внесения. Качество внесения минеральных удобрений определяется четырьмя основными показателями: соблюдением требуемой дозы, равномерностью распределения, стабильностью дозы, рабочей шириной захвата машины. Ключевое значение имеет равномерность распределения удобрений по поверхности почвы.

Однако следует учесть общую тенденцию непропорционального изменения урожаев с повышением доз минеральных удобрений. Достаточно высокие урожаи обеспечиваются при условии внесения свыше 275 кг/га минеральных удобрений]. Еще большая степень корреляции отмечается между полученными средними урожаями зерна и количеством использованных средств защиты растений, которая апроксимируется линейной зависимостью.

Массовое применение химических средств защиты растений в масштабах существовавшего СССР началось с конца 1960-х гг. До середины 70-х гг. прошлого века борьба с вредными видами сорняков основывалась на широком применении сильнодействующих химических веществ. Однако методы борьбы с помощью таких средств часто вызывали нарушения в экосистемах. Анализ применения пестицидов в Беларуси за последние 30 лет показывает, что за каждые 5 лет объем защитных мероприятий (в пересчете на однократную обработку) удваивался. Аналогичная картина наблюдается и в настоящее время. Ежегодное увеличение объемов защитных мероприятий и затрат на их выполнение должно тесно увязываться с объемами внесения минеральных удобрений и планируемыми показателями производства растениеводческой продукции.

Объем применения пестицидов за период с 2009 по 2013 г. увеличился в нашей стране на 43 %. Это связано, с одной стороны, с увеличением количества обработок растений, а с другой, – с уменьшением дозировок новых пестицидов. Некоторое влияние на объемы применения пестицидов оказали кризисные явления в экономике страны.

Средняя урожайность сельскохозяйственных культур отличается по областям и административным районам (рис. 13).

Представляет интерес взаимосвязь получаемых урожаев с почвенными, погодно-климатическими и другими условиями зон возделывания. Это поможет более обоснованно планировать объемы производства и соответствующие затраты на возделывание зерновых культур в отдельных регионах республики.

В хозяйствах Республики Беларусь продолжается последовательное совершенствование технологий, внедрение новых сортов и агроприемов. Это дает положительный результат. Однако уровень урожайности определяется природно-климатическими условиями региона и многими сопутствующими факторами.

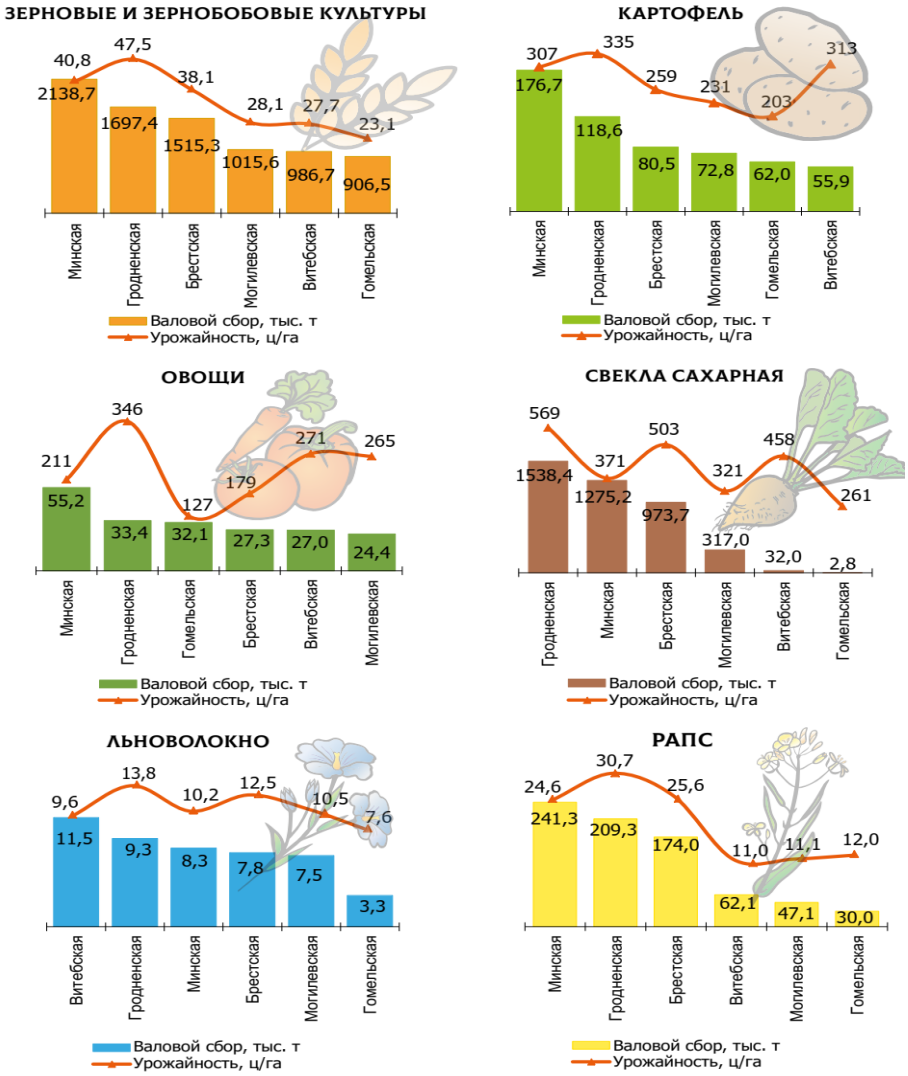


Рисунок 13. Валовый сбор и урожайность основных с/х культур в с/х организациях в 2022 г.

Потери урожая от вредителей, болезней растений и сорняков составляют в мире почти пятую часть от объемов производства сельхозпродукции. Согласно оценкам FAO (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), если сейчас прекратить использование пестицидов в сельском хозяйстве, то общее производство сельскохозяйственной продукции сократится на 25-30 %. Следовательно, в защите растений заложен один из важнейших резервов повышения продуктивности земледелия.

К химической защите предъявляются следующие общие агротехнические требования:

- соблюдение оптимальных сроков;
- применение наиболее эффективных видов пестицидов;
- соблюдение заданной нормы расхода препарата;
- определенная концентрация смеси.

Особенности использования техники в условиях наличия тяжелых почв, проведение многократных обработок почвы, потери семян, удобрений, топлива и смазочных материалов, других ресурсов в засушливые и дождливые годы.

Основной задачей прогрессивных сельскохозяйственных технологий является максимальная реализация потенциала растений с учетом агроклиматических условий возделывания. Современные подходы к решению этой проблемы в основном базируются на использовании систем точного (PrecisionAgriculture) или прогрессивного (AdvancedFarmSystem) сельского хозяйства. Основная идея данных проектов заключается в дифференциро-

ванном применении элементов агротехники для каждого специфического участка поля. При назначении технологических параметров учитываются:

- климатические условия зоны возделывания;
- рельеф и другие особенности местности (близость леса, водоемов, расположение склонов);
- запасы почвенной влаги и другие геофизические характеристики;
- тип, физико-механические и технологические характеристики почвы;
- содержание в почве элементов питания;
- предшественник и особенности технологии его возделывания (дозы удобрений, сроки обработки почвы и др.);
- особенности возделываемой культуры (сорт, репродукция, скороспелость и др.);
- фазы развития растений по ВВСН;
- засоренность участков поля сорняками, степень поражения вредителями и болезнями.

В общей технологии возделывания полевых культур необходимые этапы выполняются с корректировкой на локальные условия отдельных участков поля. Предусматривается также система «обратной связи» с анализом величины полученного урожая по участкам поля. Наряду с обеспечением выровненного по площади стояния растений, указанные меры обеспечивают условия рационального использования регулируемых факторов продуктивности, оптимальное потребление элементов питания. Создаются также предпосылки для обеспечения экологической безопасности применяемых технологий.

Практическое использование массива данных по состоянию отдельных участков поля стало возможным благодаря применению компьютерных устройств на мобильных агрегатах и спутниковой глобальной системы GPS позиционного определения места нахождения источника информации. Данные устройства позволяют наносить на карту поля ситуацию по характеристикам условий возделывания или итоговому урожаю по отдельным участкам. Важными оценочными характеристиками являются данные о параметрах почвы и запасах питательных веществ. Отбор проб для дальнейшего учета в технологии возделывания может производиться специальной передвижной экспресс-лабораторией, и места отбора проб фиксируются системой GPS, а затем наносятся на карту поля. Для учета степени засоренности участков поля сорняками, степени поражения вредителями или болезнями могут использоваться данные специальной аэросъемки или сигналы специалиста-диагностика от переносного передающего устройства. Применяется также оборудование для непрерывного учета урожая от уборочных машин. Данные по динамике урожая являются итоговыми и в комплексе характеризуют условия произрастания растений на отдельных участках поля. Полученная информация по урожаю используется для дифференцирования факторов возделывания (глубины и интенсивности обработки почвы, норм высева и внесения удобрений и др.) в последующий сезон работы на данном поле.

Практическая реализация принципов точного сельского хозяйства требует специального технического обеспечения. Кроме необходимой спутниковой системы GPS на различных мобильных агрегатах применяются:

- устройства для автоматического поддержания глубины обработки почвы;
- датчики для подсчета и автоматической корректировки нормы высева семян;
- датчики для контроля и изменения норм внесения удобрений;
- автоматическое дрейфующее дистанционное управляющее устройство для корректировки режимов работы опрыскивателя;
- оборудование для бесконтактного измерения содержания азота в растениях;
- система контроля густоты посевов для корректировки распределения удобрений и средств защиты растений.

Для построения карт урожайности по полю обычно используются различного вида датчики, устанавливаемые на зерноуборочном комбайне в зоне загрузки зерна в бункер. Сигналы от этих датчиков передаются на спутник системы GPS. В центре обработки данных

получаемые результаты фиксируются на карте поля с соответствующей корректировкой разницы времени от момента срезания растений до попадания в бункер.

Изложенные принципы дифференцированного выбора норм высева семян, доз внесения удобрений и пестицидов можно применять, используя картограммы полей, результаты текущих обследований посевов, а также наблюдения и учет намолотов зерна с отдельных участков поля. При творческом применении изложенные подходы способны активизировать практическую работу агрономической службы хозяйств, принести реальные результаты по экономии затрат и стабилизации получаемых урожаев.

Практическая реализация принципов точного сельского хозяйства требует специального технического обеспечения. Кроме необходимой спутниковой системы GPS на различных мобильных агрегатах применяются:

- устройства для автоматического поддержания глубины обработки почвы;
- датчики для подсчета и автоматической корректировки нормы высева семян;
- датчики для контроля и изменения норм внесения удобрений;
- автоматическое дрейфующее дистанционное управляющее устройство для корректировки режимов работы опрыскивателя;
- оборудование для бесконтактного измерения содержания азота в растениях;
- система контроля густоты посевов для корректировки распределения удобрений и средств защиты растений.

Для построения карт урожайности по полю обычно используются различного вида датчики, устанавливаемые на зерноуборочном комбайне в зоне загрузки зерна в бункер. Сигналы от этих датчиков передаются на спутник системы GPS. В центре обработки данных получаемые результаты фиксируются на карте поля с соответствующей корректировкой разницы времени от момента срезания растений до попадания в бункер.

Изложенные принципы дифференцированного выбора норм высева семян, доз внесения удобрений и пестицидов можно применять, используя картограммы полей, результаты текущих обследований посевов, а также наблюдения и учет намолотов зерна с отдельных участков поля. При творческом применении изложенные подходы способны активизировать практическую работу агрономической службы хозяйств, принести реальные результаты по экономии затрат и стабилизации получаемых урожаев.

Зависимость сельскохозяйственного производства от условий погоды довольно сложная – не существует абсолютно оптимальных условий, одинаково благоприятных для всех отраслей сельского хозяйства и даже для всех выращиваемых в данной местности культур. В ряде случаев условия, благоприятные для одной отрасли или для одной сельскохозяйственной культуры, оказываются неблагоприятными для другой отрасли или культуры. С этой точки зрения приобретает важное значение правильная ориентировка сельскохозяйственного производства на развитие таких отраслей хозяйства и выращивание таких культур, которые дополняли бы друг друга и в неблагоприятные для одной из них годы были способны компенсировать потери. Хотя урожай определяется погодой в целом, т. е. всем комплексом метеорологических величин и явлений, влияющих на развитие и созревание растений, решающими можно считать три величины: температуру воздуха, атмосферные осадки и солнечную радиацию. Во многих районах умеренных и особенно низких широт самый важный для урожайности сельскохозяйственных культур метеорологический фактор – осадки в период развития растений, например, в фазе развития зерна.

Изменения погодных условий во многом определяют особенности технологических процессов конкретного года, конечные результаты производства, а также влияют на другие случайные факторы (конъюнктуру цен, надежность работы технических средств и т. п.). Одним из способов снижения риска в сельскохозяйственном производстве является анализ погодных и в целом природно-климатических условий.

Территория Беларуси подвержена существенному воздействию неблагоприятных погодных явлений и стихийных бедствий. К ним можно отнести засухи, заморозки, сильные ветры, интенсивные дожди и ливни, град, гололед, обильные снегопады, метели, мороз

при малоснежье и бесснежье. Существенным препятствием получения высоких и устойчивых урожаев являются засухи.

Засухи– явление, эпизодически повторяющееся в районах недостаточного увлажнения. Это результат длительного недостатка осадков, обычно сопровождающегося пониженной влажностью и повышенной температурой, воздуха. Засухи вызывают снижение запасов влаги в почве, следствием чего бывает замедленный рост или даже гибель растений. Возникновение засух связано с такими аномалиями атмосферной циркуляции, при которых преобладающим становится поступление масс сухого континентального воздуха и формирование антициклонов, препятствующих передвижению атмосферных фронтов и связанных с ними масс влажного морского воздуха. Этот процесс не всегда удается своевременно распознать и принять необходимые меры для предотвращения или уменьшения потерь урожая, что еще больше усугубляет опасность засух.

Термические условия регулируют интенсивность процессов фотосинтеза, а, следовательно, непосредственно влияют на рост и развитие растений. Фотосинтез достигает максимума при температуре около 20–25 °С, при дальнейшем же повышении температуры, равно как и при ее понижении, он замедляется. Максимальный рост растений происходит в период нарастания температуры воздуха; когда температура воздуха достигает 25 °С, скорость роста подавляющего большинства растений несколько замедляется, а при температуре 30 °С она резко падает. Однако влияние температуры на развитие растений не столь простое, как может показаться: для нормального развития многих растений нужны периоды заметного снижения температуры, без которых они утрачивают способность к цветению и плодоношению. Естественно, что потребности растений в периодических изменениях режима температуры различны в зависимости от вида растений и района произрастания.

Чаще всего для умеренных широт предельное минимальное значение температуры воздуха принимается равным 6 °С, и, таким образом, часть года, когда средняя суточная температура воздуха превышает 6 °С, может считаться периодом развития растений. Известны и другие критерии длительности периода развития растений, например, по продолжительности срока между опасными для растений последними весенними и первыми осенними заморозками. В этом случае продолжительность периода развития разных сельскохозяйственных культур будет разной.

Заморозки. Заморозком считается понижение температуры почвы ниже 0 °С в вегетационный период. Их можно отнести к самым распространенным неблагоприятным погодным явлениям для сельского хозяйства. Весна характеризуется очень изменчивой погодой. Довольно часто случаются заморозки. Цветки и завязи яблони гибнут уже при температуре воздуха около –4 °С. Однако это может случиться и при температуре от 0 до –2 °С. Если после повреждения от заморозков цветы и завязи не осыпались, то в дальнейшем из них образуются деформированные и некачественные плоды, а урожайность будет значительно снижена. Поэтому одним из перспективных направлений повышения продуктивности садовых деревьев является разработка и реализация технологических процессов и технических средств для защиты плодовых насаждений. Использование таких технологий позволит увеличить количество продукции плодоводства, получаемой с единицы площади, снизить ее себестоимость и повысить качество.

В настоящее время применяют главным образом три способа борьбы с заморозками:

- перемешивание воздуха;
- дождевание;
- обогрев.

Защита от заморозков путем перемешивания воздуха заключается в смешивании более теплых верхних слоев воздуха с холодным приземным слоем. Смешивание расположенных один над другим слоев воздуха, которые иногда сильно отличаются по температуре, производится при помощи вентилятора. Дальность действия вентилятора с мотором мощностью 25 л. с. достигает 100 м. Более слабые модели

(на 12,5–15,0 л. с.) обеспечивают 100%-ную защиту только в радиусе 55–60 м. Вентиляторы можно использовать для предотвращения повреждений плодовых культур при снижении температуры до –3 °С, так как этот способ защиты может обеспечить повышение температуры максимум на 2,0–2,5 °С и он эффективен только при радиационных (местных) заморозках.

Способ борьбы с заморозками дождеванием основан на использовании тепла, выделяемого при образовании льда во время замерзания воды. Дождевание, начатое сразу после снижения температуры до 0 °С, нужно непрерывно продолжать, пока температура воздуха не повысится. При прекращении дождевания больше чем на 1 мин температура растения снижается до предела, за которым следуют замерзание и гибель тканей. Поэтому короткого дождевания для защиты от заморозков не достаточно. Минимальное количество искусственного дождя при температуре ниже –5 °С должно составлять 3,0–3,5 мм/ч. Это соответствует 30–35 м воды на 1 га в час. При дальнейшем снижении температуры расход воды соответственно возрастает, поэтому запасов воды должно быть в достаточном количестве из расчета на несколько дней непрерывного дождевания, так как морозные ночи могут следовать одна за другой. С хорошо смонтированной дождевальной установкой можно защитить цветки от замерзания при температуре от –5 °С до –7 °С. Хотя эффективность защиты от заморозков и высокая, приобретение таких дождевальных систем очень сильно повышает себестоимость продукции. Поэтому данный способ получил ограниченное использование.

Мировая практика показывает, что наиболее экономичным способом борьбы с заморозками в расчете на гектар площади является обогрев газовыми горелками с использованием вентилятора. Эффект проявляется не только от повышения температуры атмосферы, но и от свойств фазового перехода. При этом контролируется образование льда и восстанавливается энергия, которая освобождается в процессе преобразования пара в лед. Данный способ обеспечивает защиту с минимальным потреблением энергии. Более того, обогрев имеет несколько преимуществ по сравнению с другими системами защиты от заморозков. Этот способ может применяться не только во время радиальных заморозков, но и во время заморозков, сопровождаемых ветром, и использоваться в местах, где вода не доступна. Общая площадь поверхности, которую можно защитить одной установкой, зависит от формы и размера участка и максимально составляет от 8 до 10 га.

Наиболее распространенным и эффективным способом снижения зависимости уровня урожаев от заморозков является правильно выбранный сортовой и видовой состав посевов. Можно отметить, что наиболее устойчивы к заморозкам яровая пшеница, овес, ячмень, горох. Устойчивы и среднеустойчивы подсолнечник, лен, сахарная свекла, капуста. Малоустойчивы кукуруза, просо, картофель, неустойчивы к заморозкам гречиха, помидоры, огурцы. Анализ позволяет сделать вывод, что сегодня следует отдавать предпочтение более скороспелым сортам, что полностью устраняет риск невызревания растений, а также помогает максимально удлинить оптимальные сроки уборки урожая.

Сильные ветры наносят существенный вред сельскому хозяйству. Так, сильные ветры весеннего периода способны привести к выдуванию семян. Сильные ветры конца лета – начала осени могут вызвать полегание стеблестоя. Последнее случается достаточно часто. Для сокращения потерь зерна на полегших участках используют стеблеподъемники при скашивании на низком срезе, совершенствуют видовой и сортовой состав посевов. В частности, сокращают посевы зерновых, склонных к полеганию, – озимой ржи, некоторых сортов пшеницы. Суховейными считаются дни с определенным сочетанием дефицита влажности (от 20 до 50 %) и скорости ветра не менее 8 м/с, суховеи иссушают землю. При запасе влаги в пахотном слое менее 20 мм происходит приостановка роста растения. Наиболее опасны суховеи в начальный период вегетации – апрель-май, когда они могут вызывать ветровую эрозию, особенно песчаных почв и на осушенных торфяниках.

Град. Продолжительность выпадения града обычно составляет 5–10 мин, в отдельных случаях – до 30–40 мин. Существенный вред сельскому хозяйству

может нанести град диаметром не менее 20 мм. Однако его вероятность низка, причем наблюдается он на ограниченных территориях. Следует отметить, что эффективных производственно-технологических способов для снижения ущерба от града не существует.

Мороз при малоснежье.Сильный мороз (температура воздуха ниже 20 °С) при малоснежье (толщина снежного покрова не более 10 см) и бесснежье могут приводить к гибели озимых культур. Необходимо разумно сочетать посевы яровых и озимых зерновых с целью снижения общего риска для земледелия, выбирать оптимальную структуру посевов на конкретных территориях.

Наводнения.В некоторых регионах Беларуси наблюдается весеннее половодье. Основные сельскохозяйственные районы таким стихийным бедствиям не подвергаются. Имеющиеся наводнения носят очаговый характер.

В условиях Беларуси в связи с изменениями климата усиливается влияние на посевы повышения температуры воздуха и проявляется недостаток влаги. По рекомендациям квалифицированных специалистов (Э. Урбан, В. Буштевич, П. Васько), агрономическим службам хозяйств необходимо постоянно оценивать степень повреждения посевов засухой и принимать решение о перспективах дальнейшего использования каждого поля (или даже части поля). Менее пострадавшие от засухи посевы озимых и яровых зерновых культур, находящиеся на стадии цветения – формирования зерновки, сохранившие зеленую окраску верхней части побега и колоса, включая 1–2 верхних листа, при выпадении в ближайшие дни дождей могут дать зерно.

Тактика формирования посева должна заключаться в следующем:

- в канун дождя или сразу же после его провести азотную подкормку (примерно 30 кг д. в./га);

- в связи с отсутствием в условиях засухи заболеваний листьев и колоса фунгицидную обработку не проводить;

- на посевах яровых зерновых, находящихся на стадии 37–39, не проводить обработку ретардантами ни полной, ни половинной нормой расхода препарата, чтобы не усилить стресс.

Погибшие посевы озимых и яровых зерновых культур (отсутствие зеленой окраски листьев и стеблей) должны по возможности быстрее убираться с занимаемой площади и пересеваться однолетними смесями с целью получения травяных кормов. Погибшие зерновые культуры, под которые подсеяны многолетние травы, необходимо убрать. Если всходы трав изрежены, их можно уплотнить райграсом однолетним.

По мере возможности необходимо максимально сохранить семеноводческие посевы зерновых культур. С целью заготовки семян для посева под урожай будущего года необходимо принять меры по их производству и заготовке в менее пострадавших хозяйствах (районах) и предусмотреть условия обеспечения ими пострадавших.

При недостатке влаги рекомендуется орошение пастбищных травостоев. В среднем для территории республики прибавка урожая сеяных трав от орошения составляет 2,5 т/га сухого вещества. В республике дождевальные машины ПДМ-2500 и ПДМ-3000 выпускает ОАО «Гомельский радиозавод». Передвижные дождевальные машины барабанного типа ПДМ-2500 и ПДМ-3000 предназначены для полива полей с овощными, кормовыми, техническими культурами и посевов многолетних трав. Машины предназначены для искусственного орошения лугов, пастбищ и полей различных сельскохозяйственных культур дождеванием. Данные машины по климатическому исполнению предназначены для эксплуатации в районах с умеренным климатом на открытом воздухе.

В засушливых условиях следует провести инвентаризацию выгоревших травостоев, оценить их жизнеспособность. Погибшие травостои многолетних трав следует перепахать и посеять просяные, сорговые, сорго-суданские гибриды. Отрастающие травостои 2-го укоса люцерны, костреца косить не следует. После выпадения осадков злаковые травы необходимо подкормить азотом для формирования плотного ценоза. Нужно расширять площади под травостоями люцерны и ее травосмесями с фестулолиумом или кострецом. В

условиях участившихся засух следует расширить посевы засухоустойчивых видов бобовых трав – донника и эспарцета, особенно в Гомельской и Брестской областях. На минеральных почвах луговых угодий с кислотностью 6,0–7,0, рекомендуется заложить высокопродуктивные травостои галеги восточной, что обеспечит высокую продуктивность сенокосов на 15–20 лет. Следует шире использовать 2- и 3-укосные травостои однолетних, промежуточных, поукосных и пожнивных культур, например, озимые + сурепица, затем однолетние смеси овса с пелюшкой с подсевом райграса однолетнего или поукосные посевы проса, затем крестоцветные пожнивно.

В различных регионах Беларуси периодически складываются свои условия погоды. По количеству выпадающих осадков основная часть территории страны относится к зоне достаточного увлажнения, только южная и юго-восточная части принадлежат к зоне неустойчивого увлажнения. За период активной вегетации растений выпадает в среднем 300–400 мм осадков. Однако в отдельные годы, особенно в последнее время, количество осадков может сильно отличаться от средних многолетних данных.

Характерна неравномерность выпадения осадков и по регионам, наименьшее количество их обычно приходится на юг Гомельской области. Значительное влияние на развитие растений оказывает и температура воздуха, которая также подвержена глобальным и региональным изменениям. Оценка общего влияния погодных факторов вегетационного периода на урожайность основных видов возделываемых сельскохозяйственных культур имеет важное практическое значение при выборе основных приемов агротехники, особенно сроков сева и посадки.

По прогнозам белорусских ученых, при наиболее реальном сценарии увеличения выбросов парниковых газов и содержания аэрозолей в атмосфере средняя годовая температура повысится приблизительно на 1 и 2 °С соответственно для временных срезов 2010–2039 гг. и 2040-2069 гг. Величина роста минимальных температур (ночных и зимних) будет на 20-30 % выше. Наибольшие потери от неблагоприятных погодных и климатических условий понесет сельское хозяйство – около 70 % от общих потерь. В целом для территории Беларуси влияние климата на урожайность оценивается для озимых в пределах 22–38 %, яровых – 35–81 %.

В последние годы наблюдается увеличение числа экстремальных климатических явлений (засух, заморозков, наводнений, теплых зим). Зависимость сельского хозяйства от климата, если судить по абсолютным потерям, за это время возросла. Повторяемость засух увеличивается при продвижении с севера на юг территории Беларуси. В Гомельской области повторяемость засух с площадью охвата территории не менее 30 % составляет 44 %, т. е. один раз в два года, в Брестской – один раз в два-три года. Снижение урожайности озимой ржи и ярового ячменя – явление довольно частое, которое возникает в основном из-за засушливости, переувлажнения или сильных заморозков. Причем вероятность повреждения яровых культур из-за засух существенно выше по сравнению с озимыми. Наибольшие потери урожайности от засушливых условий наблюдаются на песчаных и супесчаных почвах в Гомельской и на юге Могилевской областей. От переувлажнения в весенне-летний период больше страдают районы с тяжелыми суглинистыми и глинистыми почвами, особенно в Витебской и Могилевской областях. Потери урожая из-за неблагоприятных погодных условий в отдельные годы могут достигать 50–65 % по отношению к максимально возможным. Начиная примерно с 1987 г. наблюдается установление положительных температур (выше 0 °С, но ниже +5 °С) ранней весной (март) и сохранение их в течение длительного периода. Поэтому в ряде южных районов страны посев яровых зерновых в очень ранние сроки часто приводит к затягиванию появления всходов, в некоторых случаях всходы при таких ранних сроках сева повреждаются заморозками.

Погодные условия способны оказывать существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в Беларуси. За последние два десятилетия отмечается увеличение климатической изменчивости урожайности озимой ржи по всем областям. У ярового ячменя подобной тенденции не отмечено. Учитывая, что развитие ярового ячменя и ози-

мой ржи в вегетационный период происходит при одинаковых погодных условиях, можно сделать вывод о том, что увеличение показателя изменчивости урожайности озимой ржи за последние два десятилетия, по всей вероятности, вызвано изменением климатических условий зимнего периода (теплые зимы, ранние весны и др.). Потери урожайности от неблагоприятных погодных условий в отдельные годы в различных областях Беларуси по отношению к средней урожайности могут достигать 45–50 % для ярового ячменя и 35–40 % для озимой ржи.

Снижение урожайности – явление довольно частое и происходит в основном из-за засушливых условий, переувлажнения или сильных заморозков. На фоне изменения средних климатических условий, приведших к колебаниям урожая в пределах 10–20 %, влияние экстремальных климатических условий может превышать эту цифру в 2–3 раза и достигать 30–60 %. Прогнозируется, что в будущем климатические явления будут сильнее влиять на успешность ведения сельского хозяйства.

Погодные условия периода вегетации оказывают существенное влияние на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур. Особенно чувствительны растения к влаге и теплу на ранних стадиях развития и в период активного роста. Например, для зерновых культур важное значение имеют показатели среднесуточной температуры воздуха в первую половину вегетации (апрель – июнь), когда формируется фитоценоз посева (густота растений и продуктивного стеблестоя), происходит закладка и развитие колоса, цветков и наблюдается активный рост растений. В итоге, в решающей степени закладывается будущий урожай. Вторым существенным фактором роста и развития растений является влагообеспеченность, определяемая запасом продуктивной влаги в почве к началу вегетации и выпадением осадков в период вегетации.

Уровень урожайности основных сельскохозяйственных культур можно спрогнозировать с учетом средней температуры и выпадением осадков в апреле и мае. Эти погодные факторы при условии их относительно высоких значений способны оказать положительное влияние на урожайность большинства культур. Поэтому более ранние сроки посева яровых культур, пропашных и льна способны увеличить уровень восприятия растениями тепла и влаги и обеспечить повышение урожайности.

Проведенным корреляционно-регрессионным анализом влияния температуры воздуха и выпадения осадков за апрель – июнь на урожайность основных сельскохозяйственных культур установлены закономерности и модели, в соответствии с которыми ряд показателей оказывает на величину урожайности значимое или существенное влияние. Полученные результаты позволяют рекомендовать за счет более ранних сроков сева использовать ресурсы тепла и влаги апреля и мая для достижения более высоких показателей урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

ТЕМА 9. Теоретические основы рациональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и возможности ресурсосбережения

Важнаяэкономическая задача белорусского АПК – использовать скрытые резервы и снизить себестоимость получаемой продукции.

Стратегия снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции может быть основана на повышении продуктивности производства и уменьшении производственных затрат. Причем возможности этих составляющих должны использоваться комплексно. Повышениеурожайности - основа развития полеводства и условие эффективного животноводства. Зерновое хозяйство занимает в структуре земледелия ведущее место и во многом определяет результат всей отрасли.

Среднемноголетние данные потерь урожая зерновых культур (данные М. А. Кадырова, 2012 г.) приведены в табл.33.

Таблица 33 – **Недостатки технологии и потери урожая зерна**

Нарушение технологии	Потери урожая	
	ц/га	%
Обработка почвы (несвоевременность, плохое качество)	5,2	8,5
Удобрения (недостаток, некачественное внесение)	6,5	10,5
Посев (сроки, качество)	3,7	6,0
Гербициды (недостаток, неправильный выбор, некачественное, несвоевременное внесение)	7,0	11,5
Семена (неправильный выбор сорта, урожайные свойства и посевные качества)	3,8	6,4
Уборка (прямые потери, перестой на корню, стекание зерна, прорастание в колосе, потери при доработке	5,1	11,5

В итогеотмеченных несовершенств в выполнении технологических операцийсуммарные потери урожая достигают 54,4 %.

Итоговой экономической оценкой эффективности технологий и комплекса организационных мероприятий по возделыванию сельскохозяйственных культур является показательрентабельности полученной сельскохозяйственной продукции.

В структуре затрат на возделывание сельскохозяйственных культур основными являются издержки на обработку почвы, а также на уборку урожая, применение удобрений и средств защиты растений.

Весьма эффективным мероприятием с экономией производственных затрат является применение элементов точного земледелия (Табл. 34), в частностисистем параллельного вождения агрегатов с использованием GPS. При этом экономится время и обеспечивается рациональное использование материальных средств с экономией 0,56-11,5 евро/га.

Таблица 34 – **Экономическая эффективность применения систем параллельного вождения с GPS**

Наименование операции	Прибыль, евро/га
Внесение удобрений	2,36-9,50
Опрыскивание (защита растений)	5,43-8,23
Культивация почвы (без вспашки)	0,56-1,47
Внесение жидких агрохимикатов	Около 11,50
Внесение жидкого навоза	2,49-3,25
Уборка травянистых кормов	1,40-2,65

Основным итогом применения новых систем возделывания сельскохозяйственных культур являются экономические результаты. Если традиционные системы обработки почвы и посева требуют в условиях Европы около 140 евро/га, то технологии «прямого посева» - около 45 евро/га, а технологии с сокращенными обработками и применением комбинированных агрегатов - 75-85 евро/га.

На основании накопленного опыта можно выделить актуальные и перспективные направления совершенствования сельскохозяйственных технологий для выполнения задачи снижения затрат и повышения эффективности производства (табл.35).

Существенные возможности снижения затрат могут быть получены за счетэффективного использования сельскохозяйственной техники. При этом обеспечиваемая производительность определяется шириной захвата,скоростью движения и эффективностью использования рабочеговремени смены. Однако чисто механическое увеличение этих показателей невозможно, поскольку затрагивает многие сопутствующие условия выполнения технологических процессов. Также весьма важнымпоказателем эффективности сельскохозяйственных технологий являетсяудельный расход топлива, и известно много вариантов для экономичной работы агрегатов. Во всех случаях важное значение в снижении производственных затрат имеет надлежащая организация комплекса работ.

Таблица 35 – **Мероприятия по снижению затрат на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур**

Мероприятие	Возможная эффективность, %
Замена вспашки безотвальными обработками почвы	До 30
Минимализация глубины обработки почвы	10-15
Выбор и поддержание оптимальной скорости движения почвообрабатывающих агрегатов	5-10
Использование курсоуказателей при выполнении работ по внесению минеральных удобрений	До 15
Обеспечение равномерности распределения удобрений	10-20
Правильная установка маркеров при работе посевных агрегатов	5-10
Увеличение ширины захвата опрыскивателей	25-30
Использование курсоуказателей и компьютерных систем управления работой опрыскивателей	15-25
Поддержание требуемой высоты установки штанги опрыскивателя и стабилизация ее расположения	5-10
Применение самоходных машин для внесения удобрений и средств защиты растений	20-30
Работа зерноуборочных комбайнов со стебле подъемниками на повышенной высоте среза	10-15
Применение зерноуборочных комбайнов повышенной производительности	15-20
Измельчение соломы комбайном с последующей запашкой и внесением азота (8-10 кг д. в. Nна 1 т соломы)	20-25
Предварительная очистка зернового вороха перед сушкой	До 10
Регулярная заточка ножей измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна	5-15
Заготовка травянистых кормов с упаковкой в пленку	5-20
Организация подсева трав и бобовых культур в дернину	25-35
Создание биогазовых комплексов как источников энергии и органического вещества удобрений	30-50

Поставленная задача снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции может быть решена только в результате комплексного подхода и после глубокого анализа конкретной производственной ситуации. Определенную роль могут сыграть возможности современных технологий и отмеченные направления их совершенствования.

Результаты работы АПК в значительной степени зависят от условий вегетационного периода и итоговой урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. Происходящие глобальные климатические изменения вызывают необходимость существенного совершенствования всего сельскохозяйственного производства с учетом особенностей регионов. При этом задача заключается в максимальном смягчении действия негативных факторов за счет технологических и технических возможностей.

Средикомплекса направлений возможной деятельности следует выделитьзадачу **«Адаптировать сельскохозяйственные технологии к происходящим изменениям климата»** с первостепенными направлениями разработок:

- направленность селекционного процесса на выведение сортов и гибридовсельскохозяйственных растений, устойчивых к воздействию повышенных температур и недостатка влаги;
- создание новых форм удобрений с возможностью применения в условиях низкой влажности почвы и совершенствование методов их внесения;
- применение влагосберегающих и почвозащитных систем обработки почвы;
- расширение систем орошения полей на основе рационального оборудования (например, передвижных дождевальных машин барабанного типа, систем капельного орошения и др.), а в критических случаях приспособленной авиации МЧС (на лугах, паст-

бищах);

• совершенствование технологий заготовки различных видов кормов повышенной влажности с герметичной упаковкой на длительное хранение;

• более широкое возделывание засухоустойчивых и холодостойких культур (сорго-суданковый гибрид, пайза и др.), однолетних кормовых культур (вика, сераделла, чина и др.), новых кормовых культур (сильфия пронзеннолистная, окопник жесткий и др.), обеспечивающих создание прочной кормовой базы в различных погодных условиях вегетационного периода; создание варианта зерноуборочного **КОМБАЙНА**

высокой проходимости с возможностью уборки в условиях повышенной влажности убираемых растений;

• оптимизация сроков проведения всех видов полевых работ для обеспечения условий развития растений и снижения потерь урожая с учетом прогноза погоды на ближайшую и отдаленную перспективу.

Общим требованием, предъявляемым к реализации указанных направлений, является обеспечение высокой производительности выполнения работ с использованием возможностей электронного контроля и управления.

ТЕМА 10. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы под различные культуры с учетом почвенных и климатических условий

Роль обработки почвы постоянно возрастает, что связано с повышением интенсивности использования земель и необходимостью воспроизводства их плодородия. Она остается эффективным и экологически наименее опасным средством снижения засоренности посевов и пораженности культур болезнями и вредителями при ограниченном применении пестицидов. Механическую обработку необходимо рассматривать как важнейшее средство регулирования агрофизических условий плодородия почвы, почвенных режимов, интенсивности биологических процессов, а также фитосанитарного состояния почвы.

Совершенствование систем обработки почвы в плане экологизации земледелия связано, прежде всего, с адаптацией их применения к разнообразным почвенно-климатическим условиям и углубленной дифференциацией в соответствии с агроэкологическими требованиями возделываемых культур. Оптимально выбранная система обработки почвы создает благоприятное для растений фитосанитарное состояние почвы, т. е. обеспечивает чистоту полей от сорняков, болезней и вредителей.

Проектирование системы обработки осуществляют в приведенной ниже последовательности.

1. Выясняют тип почвы, ее свойства и уровень плодородия, крутизну, форму и экспозицию склонов. В первую очередь анализируют агрофизические свойства почвы: гранулометрический состав, мощность пахотного слоя, содержание водопрочной структуры, степень увлажнения, уровень грунтовых вод и другие гидрологические показатели.

2. Определяют место глубоких обработок под культуры в севообороте и их периодичность с учетом биологических особенностей растений и их требований к мощности пахотного слоя, к параметрам агрофизических показателей плодородия почвы.

3. Планируют приемы минимализации основной и предпосевной обработок под культуры севооборота с учетом равновесной и оптимальной для роста и развития растений плотности почвы.

4. Определяют последовательность и сроки выполнения приемов основной, предпосевной обработок с учетом предшественников, способов внесения удобрений, извести, гипса, гербицидов. Подбирают состав почвообрабатывающих агрегатов, не вызывающих переуплотнения почвы и обеспечивающих оптимальное качество ее обработки.

5. Определяют площади, на которых будет выполняться каждый прием обработки (вспашка, лущение, культивация, боронование и др.) в агротехнически оптимальные сро-

ки. Рассчитывают потребность хозяйства в почвообрабатывающих и посевных агрегатах с учетом продолжительности выполнения агротехнических операций и интенсивности использования сельскохозяйственной техники.

При построении системы обработки в севообороте необходимо учитывать тип агроландшафта, его особенности, предшественники, способы воспроизводства и окультуривания земель, поддержания благоприятного для культур фитосанитарного состояния почвы. При разработке почвозащитных технологий необходимо учитывать совокупность свойств и показателей физического состояния, технологических параметров почвы, которые определяют уровень плодородия и продуктивность растений. К числу важнейших нормативно-технологических показателей относятся агрофизические и технологические.

Глубина обработки дерново-подзолистых почв ограничена маломощным гумусовым горизонтом. Поэтому система разноглубинных обработок должна создать необходимые условия для формирования мощного пахотного слоя и повышения плодородия почвы. Сочетание отвальных и безотвальных приемов способствует более рациональному использованию органического вещества почвы, накоплению и сохранению влаги, предотвращению эрозии, проведению мер по защите растений от сорняков.

Отвальные приемы обработки активизируют деятельность почвенной биоты (совокупность живых организмов, населяющих почву и оказывающих на нее прямое или косвенное воздействие), что способствует повышению минерализации органического вещества и улучшению питательного режима почвы. С помощью отвальной обработки в почву заделываются растительные остатки, органические и минеральные удобрения, уничтожается сорная растительность. Однако отвальная обработка ведет к увеличению испарения влаги и развитию эрозии почвы.

Отвальная разноглубинная система включает послеуборочное лущение стерни в 1–2 следа до глубины 8–10 см (или без него), вспашку на глубину пахотного слоя под пропашные или в занятом пару один раз в 2–3 года, дисковое или лемешное лущение до 10–16 см под зерновые культуры в остальные годы. Эта система эффективна на среднеокультуренных и хорошо окультуренных дерново-подзолистых и серых лесных почвах с менее выраженным рельефом. Периодичность вспашки, как правило, составляет 2–3 года, а на хорошо окультуренных, слабо засоренных многолетними сорняками почвах – до 4 лет.

Вспашку в севообороте применяют под пропашные, парозанимающие культуры и, как правило, с внесением органических удобрений, под яровые культуры с подсевом многолетних трав, а также при подъеме пласта многолетних трав.

Безотвальная обработка включает периодическое глубокое безотвальное рыхление до 25–30 см под пропашные, зернобобовые культуры в сочетании с поверхностными и мелкими обработками под культуры сплошного посева. При безотвальной обработке меньше, чем при отвальной, разлагается гумуса и испаряется влаги, повышается противоэрозионная стойкость почвы, но ухудшаются условия для борьбы с сорняками.

На тяжелых почвах безотвальное рыхление под озимые культуры проводят на меньшую глубину (20–22 см). При поверхностной и мелкой обработке применяют плоскорезные, дисковые и фрезерные орудия или комбинированные агрегаты, сочетающие обработку почвы и посев. Заделку органических удобрений осуществляют тяжелыми дисковыми боронами или в систему включают приемы отвальной обработки. Система безотвальной обработки эффективна в первую очередь на хорошо окультуренных дерново-подзолистых, серых лесных и черноземных почвах, слабо засоренных многолетними сорняками, и на склоновых землях.

Комбинированная система обработки почвы в севообороте включает несколько вариантов сочетаний и реализует принципы минимализации, зональности и взаимосвязь обработки со способами воспроизводства и окультуривания земель. В ее основе лежит сочетание в севообороте периодической вспашки на глубину пахотного слоя 20–22 см или безотвального рыхления на 25–30 см под пропашные культуры с поверхностной или мел-

кой обработкой на 8–10 см и под культуры сплошного посева (озимые, однолетние травы, овес). Глубокие обработки, как правило, применяют под пропашные, а также под зернобобовые, озимые культуры, под парозанимающие и яровые с подсевом многолетних трав.

Составным элементом комбинированной системы обработки является периодическое глубокое (30–40 см) безотвальное рыхление или чизельная обработка один раз в 3–4 года. Применение в севообороте ежегодной основной обработки на постоянную (20–22 см) глубину приводит к образованию уплотненного подпахотного слоя, так называемой плужной подошвы. Под действием ходовых систем тракторов, тяжелых почвообрабатывающих машин, орудий и транспортных средств происходит чрезмерное уплотнение почвы, особенно при многооперационных технологиях возделывания пропашных культур. При этом наблюдается уплотнение почвы не только пахотного, но и подпахотного слоя. Вследствие уплотнения влажной почвы уменьшается ее воздухо- и водопроницаемость, а при иссушении уплотненной почвы на ее поверхности образуется почвенная корка, затрудняющая газообмен.

Уплотнение приводит к ухудшению агрофизических и физико-механических свойств почвы (плотность, структура, твердость и др.), а вследствие этого к снижению полевой всхожести семян, усилению водной эрозии. Все это существенно снижает плодородие почвы и урожайность полевых культур.

Широкое распространение при возделывании культур в севообороте получила чизельная обработка почвы. Она предусматривает сочетание в севообороте глубокого чизелевания почвы на 30–40 см под пропашные, на 25–27 см под озимые с поверхностной и мелкой обработкой под культуры сплошного посева. Для глубокой обработки используют чизельные плуги с приставками, а для предпосевной – чизельные культиваторы с пружинными рабочими органами.

При глубоком чизелевании разрыхляется плужная подошва, улучшаются агрофизические свойства почвы в пахотном слое, что способствует отводу избыточной воды. Создание ступенчатого профиля в подпахотных слоях с вертикальным чередованием разрыхленных и неразрыхленных зон способствует предохранению почв от последующего уплотнения ходовыми системами тракторов и смыва ее на склоновых землях. Проникновение корневых систем растений, особенно многолетних трав, в разрыхленные зоны усиливает эффект последействия чизелевания и его положительное влияние на агрофизические свойства подпахотных слоев. Периодическое чизелевание повышает урожайность сельскохозяйственных культур, увеличивает продуктивность культур севооборота.

Чизелевание или безотвальное глубокое рыхление целесообразно применять в полевых севооборотах весной под пропашные культуры в системе основной обработки почвы под озимые или под предшественники озимых культур, а также под покровные культуры многолетних трав.

Уровень плодородия зависит от фитосанитарного состояния почвы, в первую очередь от засоренности посевов. Ежегодное оборачивание почвы при вспашке зачастую не снижает засоренности посевов малолетними сорняками, так как заделанные глубоко в почву семена сорняков не успевают потерять своей жизнеспособности. Извлечение семян на поверхность поля при последующей вспашке создает благоприятные условия для их прорастания. Систематическое безотвальное рыхление в севообороте, как и постоянные мелкие обработки, приводит к накоплению семян и вегетативных органов размножения сорняков в верхнем (0–10 см) слое, что обусловливает более высокую засоренность посевов.

Лучшие результаты в борьбе с сорняками в севообороте обеспечивают комбинированная и разноглубинная системы обработки почвы, в которых вспашка чередуется с поверхностными и мелкими обработками. При разноглубинной обработке семена и вегетативные органы размножения сорняков попадают на большую глубину и, находясь там в течение продолжительного времени (2–4 года), теряют жизнеспособность.

При минимальной обработке преимущественное накопление семян сорняков в верхнем (0–10 см) слое обеспечивает провоцирование их прорастания и последующее уничтожение с помощью поверхностной обработки гербицидами.

Глубокие механические обработки, как правило, ускоряют разложение органического вещества, приводят к разрушению структуры почвы, увеличивая непроизводительные потери питательных веществ и воды.

В условиях экологического земледелия разноглубинную и комбинированную системы с элементами минимальной обработки почвы следует рассматривать как средство оптимизации гумусового баланса и сохранения потенциального плодородия.

Система обработки почвы базируется на основных законах земледелия и учитывает взаимосвязь свойств почвы и требований культурных растений. Она должна носить зональный характер, отражающий в первую очередь соответствие способа обработки зональным особенностям почвообразования, степени проявления эрозионных процессов, климатическим условиям и увлажнению.

В зависимости от биологических и агротехнических особенностей возделываемых культур выделяют следующие системы обработки почвы:

1) под яровые культуры – обработка полей из-под однолетних культур сплошного посева, пропашных культур, многолетних трав, под промежуточные посевы и после их уборки;

2) под озимые культуры – обработка чистых и занятых паров и после непаровых предшественников.

При возделывании яровых зерновых культур основную обработку почвы после культур сплошного посева (вспашку зяби плугами с предплужниками на глубину не менее 20–22 см) проводят, как правило, отвальными орудиями. На тяжелых и переувлажненных почвах до или после вспашки зяби рекомендуют глубокое чизелевание или щелевание на 40–50 см. После стерневых предшественников перед вспашкой проводят лущение жнивья, после пропашных культур применяют поверхностную обработку дисковыми боронами или культиваторами.

В районах, подверженных ветровой эрозии (дефляции), почву обрабатывают плоскорежущими орудиями. На почвах тяжелого гранулометрического состава обработку проводят на глубину 25–27 см, на легких почвах – на 12–14 см. На солонцовых уплотняющихся почвах используют чизельные плуги, плуги-рыхлители с наклонными стойками типа «параплау».

Система обработки почвы под озимые зерновые (пшеница и рожь) должна соответствовать требованиям культуры с учетом почвенно-климатических условий. Если органические удобрения не вносят, то обработку проводят безотвальными орудиями на глубину 20–22 см. При внесении органических удобрений, а также при достаточной влажности почвы пашут на 18–20 см. В условиях достаточного увлажнения применяют плуги с предплужниками, устанавливая глубину не менее 20–22 см. Озимые культуры положительно реагируют на замену глубокой основной обработки поверхностной и мелкой, но с обязательной тщательной предпосевной подготовкой почвы. Поверхностное рыхление проводят дисковыми орудиями.

Глубина предпосевной обработки почвы зависит от зоны возделывания культур. В сочетании с основной и послепосевной обработками она должна обеспечивать сохранение и накопление в пахотном слое влаги, выравнивание и уплотнение поверхности поля, мелкокомковатое состояние посевного слоя.

При отвальной обработке почвы следует проводить сплошную культивацию культиваторами или комбинированными почвообрабатывающими агрегатами, которые вычесывают подрезанные сорняки, закрывают бороздки после прохода стоек культиваторных лап и выравнивают поверхность. После поверхностной и мелкой обработок последующую предпосевную подготовку почвы осуществляют культиваторами, плоскорезами или ком-

бинированными агрегатами. Культивацию проводят поперек основной обработки с последующим прикатыванием почвы кольчато-шпоровыми или кольчато-зубчатыми катами.

В зонах достаточного увлажнения при подготовке почвы к посеву лучших результатов достигают, используя комбинированные почвообрабатывающие агрегаты с пружинными и ротационными заравнивающими устройствами.

Во избежание иссушения посевного слоя почвы, снижения полевой всхожести семян разрыв во времени между предпосевной обработкой и посевом должен быть минимальным.

Целесообразно проводить углубление и окультуривание пахотного слоя. Разработано несколько приемов углубления пахотного слоя почвы.

1. Постепенное припахивание нижележащего слоя почвы (не более чем на 2–3 см) с выворачиванием его на поверхность и перемешиванием с пахотным слоем. При таком приеме углубления пахотного слоя необходимо вносить органические и минеральные удобрения, а на кислых почвах и известь.

2. Полное оборачивание пахотного слоя с одновременным рыхлением части подпахотного плугами с почвоуглубителями, оборачивающими верхний слой и рыхлящими без оборачивания нижнюю часть почвы.

3. Рыхление на установленную глубину без оборачивания чизельными орудиями.

Углубление пахотного слоя дерново-подзолистых почв следует проводить на достаточно окультуренных почвах, а также под культуры, хорошо отзывающиеся на глубокие обработки (картофель, корнеплоды, озимые, поздние овощные культуры). Углубление лучше проводить при осенней вспашке зяби, в остальных случаях – интенсивное окультуривание существующего пахотного слоя. На полях с маломощным пахотным слоем необходимо проводить его углубление путем припашки подпахотного слоя, чтобы довести его глубину до 20–22 см. Эту работу следует проводить постепенно с учетом местных условий. Менее распространенные приемы создания мощного пахотного слоя – однократное увеличение глубины обработки с помощью фрез.

Агротехнические приемы снижения переуплотнения пахотных почв. При возделывании сельскохозяйственных культур машинно-тракторные агрегаты многократно проходят по полю, их ходовые системы уплотняют пахотный и подпахотный слои почвы. Суммарная площадь уплотнения за время возделывания культуры может превосходить площадь поля в несколько раз. В результате ниже обрабатываемого слоя образуется чрезмерно уплотненная прослойка (плужная подошва), которая оказывает отрицательное влияние на водные, воздушные и тепловые свойства почвы. Поэтому переуплотнение почвы недопустимо, ликвидировать его – значит существенно повысить продуктивность пашни. Основные эффективные меры по предотвращению переуплотнения почвы и борьбе с ним следующие.

1) минимализация обработки почвы, совмещение операций, уменьшение глубины рыхления, увеличение ширины захвата агрегатов;

2) выполнение всех работ по возделыванию сельскохозяйственных культур при физической спелости почвы – влажности ее в пределах 20–22 %.

3) исключение проходов сельскохозяйственных агрегатов по полю без надобности;

4) заправка агрегатов семенами, удобрениями, пестицидами, топливными и смазочными материалами только у края поля, на дорогах;

5) применение технологической колеи в целях упорядочения движения агрегатов по полю;

6) рыхление и заравнивание следов от колес тракторов и сельскохозяйственных машин;

7) спаривание колес тракторов;

8) соблюдение рекомендованного удельного давления ходовых систем на почву: 0,8–1,0 кг/см^2 при основной обработке, 0,4–0,6 кг/см^2 при посеве и междурядных обработках;

9) разрушение плужной подошвы, подпахотное рыхление на глубину 30–40 см;

10) применение чизелей, не формирующих плужную подошву;

11) внесение органических удобрений;

12) мульчирование поверхности почвы;

13) высокая культура земледелия.

Наряду с этими существуют узкорегиональные меры, отражающие специфические условия. К ним относятся соблюдение режимов полива, исключение переувлажнения и пересыхания почвы в условиях орошаемого земледелия, прямой посев промежуточных культур при продолжительном послеуборочном периоде и др.

Широкое применение мер по предотвращению переуплотнения почвы и борьбе с ним обеспечит сохранение оптимального агрофизического состояния корнеобитаемого слоя и повышение продуктивности пашни на 10–50 %.

Минимализация обработки почвы. В основе мер по совершенствованию систем обработки почвы лежат принципы минимализации. Приемы и системы минимальной обработки почвы разрабатывают с учетом зональных особенностей. Под минимальной понимают такую обработку почвы, которая обеспечивает снижение энергетических и трудовых затрат путем уменьшения числа, глубины и площади обработки, совмещения и выполнения нескольких технологических операций (рыхление, уплотнение почвы, внесение удобрений и др.) в одном рабочем процессе.

Необходимость минимализации обусловливается большими энергетическими и трудовыми затратами на обработку почвы, чрезмерным уплотнением почвы и ухудшением ее свойств, а, следовательно, и плодородия под действием ходовых систем тяжелых тракторов и сельскохозяйственных орудий, усилением эрозионных процессов из-за ускоренного разложения органического вещества при существующих интенсивных обработках. Теоретическое обоснование минимализации хорошо окультуренной почвы связано с соответствием физических параметров плодородия почвы требованиям культурных растений (совпадение равновесной и оптимальной плотности почвы). Сокращение количества обработок возможно на черноземах, серых и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах с равновесной плотностью не более 1,35 г/см^3, содержанием воздуха не менее 13–15 % объема почвы для зерновых культур и 20–30 % – для пропашных.

Минимализация обработки почвы достигается следующим образом: путем сокращения числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок в севооборотах на почвах с благоприятными для растений свойствами при использовании высокоэффективных и экологически безопасных гербицидов для борьбы с сорняками; заменой глубоких обработок более производительными поверхностными и мелкими с использованием широкозахватных, плоскорезных, чизельных и фрезерных орудий; совмещением нескольких технологических операций (рыхление, выравнивание, уплотнение, посев) в одном рабочем процессе путем применения комбинированных агрегатов; применением прямого посева или полосной предпосевной обработки при возделывании пропашных культур в сочетании с использованием гербицидов.

Выбор приемов минимализации зависит от увлажненности зоны, требований культур и засоренности полей. Важнейшим условием эффективного применения минимализации обработки почвы являются высокий уровень агротехники, строгое соблюдение технологии, проведение механизированных работ в оптимальные агротехнические сроки и с хорошим качеством, использование эффективных средств защиты растений, внесение удобрений с учетом планируемого урожая.

Минимализация обработки черноземных и серых лесных почв под озимые культуры достигается заменой вспашки плоскорезной обработкой или обработкой с помощью комбинированных агрегатов. Наиболее перспективным направлением минимализации предпосевной обработки почвы является совмещение нескольких технологических операций (крошение, выравнивание и уплотнение почвы, внесение удобрений, посев) в одном рабочем процессе. В этих целях используют комбинированные агрегаты.

Качественную предпосевную обработку предварительно вспаханной почвы под посев озимых и яровых зерновых культур обеспечивает применение комбинированных почво-

обрабатывающих агрегатов, которые за один проход крошат глыбы, выравнивают поверхность и уплотняют почву. Это создает хорошие условия для равномерной заделки семян, увеличивает полноту всходов и повышает урожайность культур на 0,15–0,25 т/га. Производительность труда при этом повышается в 1,5 раза, а энергетические затраты снижаются на 30 %. Кроме того, уменьшается число проходов агрегатов по полю, сокращаются сроки выполнения работ и повышается качество подготовки почвы.

Внедрение комбинированных агрегатов, выполняющих за один проход несколько операций, позволяет уменьшить расход топлива на 20–30, металлоемкость на 20–25 %, а также повысить урожайность основных сельскохозяйственных культур в среднем на 10–15 %.

Минимальная обработка почвы тесно связана с развитием почвозащитного земледелия.

Эрозия почвы и противоэрозионные мероприятия. Деградация почв и всей агросферы в настоящее время – важнейшая социально- экономическая проблема, представляющая угрозу сельскому хозяйству Беларуси. Из множества видов деградации почв наиболее масштабными считают эрозионные процессы: выдувание, смыв почвы и оврагообразование.

Эрозия – разрушение и снос верхних, наиболее плодородных горизонтов почвы под действием естественных (воды и ветра) и антропогенных факторов. Различают эрозию нормальную (естественную, геологическую) и современную, или ускоренную. Нормальная эрозия возникает на поверхности почвы под влиянием естественных (природных) факторов. Чаще всего этот процесс протекает медленно, незаметно. Современная, или ускоренная, эрозия почв связана с хозяйственной деятельностью человека.

Разрушение почв под действием дождевых капель и водного потока называют водной эрозией. Водная эрозия имеет следующие формы: капельную (от действия ударов дождевых капель), струйчатую (плоскостную), линейную (овражную) и береговую (в зависимости от концентрации поверхностного стока). Она проявляется сильнее на склоновых участках.

Струйчатая эрозия вызывает равномерный по всей площади смыв почвы, образуя небольшие промоины, которые не препятствуют обработке почвы. Если в процессе смыва почвы небольшие промоины перерастают в овраги и не могут быть сглажены в процессе обработки, струйчатая эрозия переходит в линейную (овражную).

Водная эрозия может проявляться при орошении в результате неправильного выбора уклона каналов и борозд, расчета поливных норм и т. д. В этом случае ее называют ирригационной.

Большой ущерб сельскохозяйственному производству наносит эрозия, вызываемая ливневыми осадками, часто в сочетании с распространенным в ряде районов стоком талых вод.

Роль обработки почвы в защите растений.Многие приемы в системе обработки почвы приводят к гибели покоящихся форм возбудителей или создают неблагоприятные условия для развития патогена. Лущение стерни и ранняя зяблевая вспашка подавляют возбудителей, способных сохраниться на растительных остатках. Помещенные на различную глубину пахотного слоя растительные остатки быстро минерализуются, подвергаются воздействию почвенной сапротрофноймикобиоты и погибают. На хорошо разрыхленной и выровненной почве резко снижается поражаемость свеклы корнеедом, льна – фузариозом.

Примером может служить борьба против спорыньи. Спорынья – болезнь зерновых культур. В основном поражению подвержены посевы озимой ржи, реже – пшеницы и тритикале. Это спорадическая форма спорыньи, которая зимует в земле в виде конидий, прорастающих весной. Источники инфекции: земля со склероциями, ветер, насекомые. Заражение злаков спорыньей происходит через распространение азигот ветром и насекомыми в период цветения.

Инфицируются только полностью раскрывшиеся цветки. Источником первичного заражения служат конидии (экзогенные споры бесполого спороношения). Поверхность почвы для разрушения конидий спорыньи вспахивается после лущения на 5–7 см или дискования на 10–12 см, затем проводится глубокая осенняя вспашка на глубину около 20 см.

Зяблевая вспашка также создает благоприятные условия для активизации хищных насекомых. Поднятые плугом на поверхность личинки, куколки и взрослые особи насекомых охотно поедаются птицами. Положительное действие вспашки на ограничение численности многих видов вредителей проявляется еще и в том, что часть зимующих особей, сосредоточенных в поверхностном слое почвы, при ее обработке перемещается в более глубокие слои. Весной большинство отродившихся бабочек погибают, поскольку они не способны преодолеть расположенный над ними слой почвы.

Сроки и способы посева могут иметь значение как фактор, снижающий или повышающий интенсивность развития многих болезней. В большинстве случаев ранний посев обеспечивает более высокую урожайность и меньшую пораженность растений болезнями, так как при этом наблюдается более устойчивый водный режим в почве, растения лучше используют свет.

ТЕМА 11. Обоснование эффективных норм и способов внесения удобрений

Увеличить производство сельскохозяйственной продукции можно путем расширения посевных площадей или повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Увеличение посевных площадей ограничено пространственно, а кроме того, связано с большими затратами. Поэтому основным направлением является повышение урожайности. Ученые по-разному оценивают значение удобрений в повышении урожайности. По оценке французских ученых, за счет удобрений получают 50–70 % прироста урожайности. По данным академика РАСХН В. Г. Минеева, удобрения повышают продуктивность дерново-подзолистых почв на 55 %.

По данным Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, использование 1 кг азота, фосфора и калия (NPK) при оптимальных дозах увеличивает урожайность зерновых на 6,5–9,0 кг/га, картофеля – на 20 и сахарной свеклы – на 30 кг/га. Внесение 1 т органических удобрений дает прибавку 15–25 кг зерна, 105 кг картофеля, 125 кг сахарной свеклы, 190 кг зеленой массы кукурузы на силос, 30 к. ед. всех культур на пашне.

Таким образом, повышение урожайности сельскохозяйственных культур напрямую связано с минеральными удобрениями, правильное применение которых, кроме того, улучшает качество продукции. Так, внесение азотных удобрений повышает содержание белка в зерне на 1–3 %. Внесение фосфорных и калийных удобрений способствует повышению накопления крахмала в картофеле, сахара в корнеплодах сахарной свеклы, увеличивает выход волокна в прядильных и жира в масличных культурах. Однако неправильное (несбалансированное) применение удобрений чревато ухудшением качества растениеводческой продукции.

Минеральные удобрения и известкование стабилизируют содержание гумуса в почве, способствуя увеличению количества пожнивных и корневых остатков. Удобрение почвы положительно влияет на ее водный режим, создает условия для более продуктивного использования растениями влаги.

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, воспроизводство и рациональное использование плодородия почв невозможно без научно обоснованного разумного использования агрохимических средств.

Ухудшение состояния окружающей среды заставляет человечество искать способы снижения экологической нагрузки на природу и человека. Одним из таких способов является отказ от применения минеральных удобрений из-за возможного негативного влияния на качество растениеводческой продукции и использование только органических удобрений.

По заданию ФАО анализировались последствия перехода на органическое (альтернативное) земледелие. Опыты показали, что урожайность зерновых в этом случае понизится на 10–20 %, картофеля и сахарной свеклы – на 35 %. Пока нет неопровержимых данных и о том, что при альтернативном земледелии улучшается качество продукции.

В Республике Беларусь прослеживается тенденция снижения объемов применения минеральных удобрений.

Среди применяемых удобрений в странах Европы преобладают азотные удобрения. Это связано с тем, что при наличии влаги азот занимает первое место по действию на урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции. Меньше всего применяется фосфорных удобрений, что обусловлено дефицитом фосфорных удобрений в мировом земледелии. Невысоки в большинстве стран Европы и дозы калийных удобрений.

Применение органических удобрений. В последние десятилетия земледельцы многих стран с интенсивным ведением сельского хозяйства по-новому оценивают значение органических удобрений. Будучи эффективным средством повышения плодородия почв и источником питания для сельскохозяйственных растений, навоз, торф, сапропель и другие виды органических удобрений способствуют закреплению в почве радиоактивных веществ, тяжелых металлов и некоторых пестицидов. В год в целом на планете в почву вносится около 25 млрд. т органических удобрений (в пересчете на стандартный навоз), или примерно 15 т на 1 га пашни.

Основные требования технологии внесения. Главное условие эффективного использования органических удобрений – равномерное их внесение в оптимальные сроки и своевременная заделка в почву. При разбрасывании навоза без заделки за 4 ч потери аммиачного азота могут достигать 55 %, за 12 ч – 65, за 24 ч – 70, за 48 ч – 80 %. Основными сроками применения подстилочного навоза и компостов на связных почвах при возделывании пропашных культур является осеннее внесение под зяблевую вспашку. Правильно забуртованный навоз и компосты к осени хорошо вызревают, в них погибает большинство возбудителей и семян сорняков.

Весной сроки внесения органических удобрений зачастую затягиваются из-за переувлажнения почвы, напряженного графика весеннего сева и других полевых работ, происходит переуплотнение почвы колесами машин; для заделки органических удобрений требуются дополнительные обработки почвы.

В системе удобрения озимых зерновых культур органические удобрения вносят непосредственно под озимые зерновые или под предшественник в занятом пару.

Жидкие органические удобрения применяют в основное внесение под вспашку или культивацию осенью, а также для подкормок по фазам роста и развития растений. Доза жидкого органического удобрения устанавливается исходя из содержания в нем азота.

Зеленое удобрение в зависимости от типа использования (полное, отавное, укосное) запахивается осенью до наступления заморозков. Озимые сидеральные культуры запахиваются весной следующего года. Одним из недостатков сидерации является иссушение почвы во время вегетации. В засушливый период запашка сидератов может быть неэффективной, а иногда дает отрицательный результат. В зависимости от метеорологических условий сидераты следует запахивать не позднее чем за 25–30 дней до посева следующей культуры. Сидераты заделывают на глубину пахотного горизонта, так как мелкая заделка оказывает слабое влияние на накопление гумуса. При использовании на зеленое удобрение промежуточных культур их посев после уборки основных зерновых и зернобобовых культур производится до 15 августа.

При использовании соломы на удобрение ее измельчение нужно проводить во время уборки зерновых, крестоцветных, крупяных и зернобобовых культур измельчителями комбайнов. Сразу же после измельчения соломы комбайном следует внести 20–30 т/га жидкого навоза или минеральные азотные удобрения из расчета 10 кг азота на 1 т соломы зерновых, крупяных и крестоцветных культур, заделать полученную массу дисковыми боронами и запахать через 2–3 нед.

Техника для внесения удобрений. Хозяйства Республики Беларусь имеют определенное количество машин для внесения минеральных, твердых и жидких органических удобрений.

Однако количество этой необходимой техники в целом снижается,. Для большинства хозяйств остается актуальной задача приобретения новых машин для работы с органикой.

Основным производителем машин для внесения органических удобрений является ОАО «Бобруйскагромаш».

Следует помнить, что норма внесения твердых органических удобрений зависит от скоростей движения подающего транспортера и агрегата. Обычно при внесении органических удобрений неравномерность разбрасывания не должна превышать 25 %. Отмечается тенденция применения машин с заделкой удобрений в почву.

Применяемые в системах точного земледелия машины для внесения органики позволяют взвешивать материал в бункере и оперативно отслеживать количество вносимых удобрений. Благодаря этому решению можно точно определить дозировку питательных веществ для растений. Знание дозы азота, вносимого с навозом, позволяет в дальнейшем корректировать применение азотных удобрений с большой точностью.

Новые технологии и приемы при внесении органики. Для обработки компостных буртов в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Л. Я. Степук и др.) разработан аэратор-смеситель АСК-4,5. Он представляет собой прицепную машину с рамой арочного типа. Предназначен для осуществления активной аэрации (перебивки) компостной массы (торфо-соломо-навозной смеси) путем частичного измельчения, перемешивания компонентов и формирования буртов заданной формы.

Использование аэратора-смесителя позволяет готовить качественные органические компосты, сокращая сроки их биотермического созревания до 1,5–2,0 месяцев.

В процессе компостирования происходит нагревание массы до температур, при которых семена сорных растений теряют всхожесть, что позволяет свести к минимуму затраты на гербициды, повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Компостирование навоза, торфа, соломы, различных отходов хотя и практикуется в республике с 80-х гг. прошлого века, однако делается без применения специальной техники, с использованием, в основном, бульдозера и погрузчика. В результате процесс компостирования растягивается более чем на полгода, происходят потери азота, не достигается необходимый температурный режим для разложения компонентов компоста, не устраняются гнилостные зоны в глубине бурта. Вследствие этого не происходит потеря всхожести семян сорных растений и, таким образом, не достигается ожидаемый экономический эффект.

Размер штабеля зависит от способности к разложению компостируемого материала и его рыхлости. Длина может быть произвольной, но не менее 6–8 м, высота – 2,5–3,0 м, ширина по основанию – 4–6 м. При малых размерах штабеля теряется много аммиака, недостаточна температура компостной массы, процессы разложения органического вещества заторможены, мобилизация азота протекает медленно. Большая высота штабеля также нежелательна, так как это может привести к переуплотнению компоста и сдерживанию процессов нитрификации, которые энергичнее протекают при достаточном доступе воздуха.

Необходимая аэрация в компостируемой массе достигается ее ворошением во время созревания. При этом понижается влажность компоста, если она превышает оптимальную. Если увлажнение компостируемой массы недостаточно, ее необходимо поливать навозной жижей или водой.

При оптимальных условиях аэрации и увлажнения под влиянием микробиологических процессов температура в компосте повышается до 60–70 °С. При такой температуре семена сорных растений теряют всхожесть, погибают яйца гельминтов и другие болезнетворные начала, содержащиеся в свежем навозе, навозной жиже и птичьем помете, а процессы накопления легкоподвижных питательных веществ протекают наиболее интенсивно. Про-

цесс компостирования идет более активно при положительной температуре окружающего воздуха.

Перемешивание компонентов компоста и формирование бурта заданной формы и размеров благоприятно отражаются на условиях созревания компоста, в результате сроки его приготовления сокращаются как минимум на 20–30 дн.

Использование данных аэраторов-смесителей позволит готовить качественные органические компосты при сокращении сроков их биотермического созревания до 1,5–2,0 месяцев, что в конечном итоге будет способствовать повышению содержания гумуса в почве и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Дополнительные возможности эффективного применения органики. В качестве возможного резерва органических удобрений для многих регионов Беларуси является использование сапропелей. Его основу составляет целебная реликтовая грязь, которой 10–15 тыс. лет. В целом по стране прогнозные ресурсы запасов сапропеля оцениваются в 174 млн. т. Этот ценный вид заготовленного природой в озерах органического вещества может применяться на полях с положительным экологическим эффектом для экологии водоемов. Такие проекты затратные, но с указанных позиций весьма перспективные. Внесение сапропеля повышает урожайность овощей и корнеплодов на 15–20 %, увеличивает количество белков и протеина в продуктах растениеводства. Технология применения сапропелей, предварительно намытых земснарядами, подобна на технологию внесения торфа.

Расширяется также переработка отходов животноводства после производства биогаза. Использование переработанного в реакторе биогазовой установки органического вещества (дигестата) в земледелии способствует получению на 10–15 % большей урожайности сельскохозяйственных культур, чем при использовании обычного навоза. Объясняется это тем, что анаэробное метановое сбраживание позволяет сохранить весь азот в аммонийной или органической формах. Фосфор в этих удобрениях находится в основном в виде фосфатитов и нуклеопродеитов, калий – в виде усвояемых солей, что обеспечивает их лучшую адаптацию растениями. Остатки ферментации полностью пригодны в качестве органического удобрения. Но при этом надо учитывать изменения в составе органической субстанции и в питательных веществах, которые зависят от исходного субстрата, длительности, температуры и интенсивности ферментационного процесса.

В заключение можно отметить, что органические удобрения являются обязательным элементом рационального земледелия. Следует стремиться к приближению доз внесения органики к рациональным, используя различные виды и формы данных удобрений. Необходимо использовать возможности снижения энергозатрат при внесении органических удобрений и соблюдать требования экологии. Необходимы машины высокой производительности и надежности для работы с различными видами органических удобрений.

Новые виды удобрений. Вырастить достойный урожай без удобрений невозможно, хотя принципы биологического земледелия этого требуют. В системе рационального использования удобрений существуют новые разработки АО «Щелково Агрохим» (Россия) с системой управления вегетацией CVR (ControlledVegetationSystem), основанной на эффективном управлении ростовыми процессами в растениях в течение всего вегетационного периода. Важной составляющей CVR являются корректоры минерального питания, в первую очередь микроудобрения и удобрения-биостимуляторы. Они могут найти заслуженное место в системах биологического земледелия.Многие российские фирмы предлагают новые варианты биоактивированных удобрений для сельского хозяйства. Научно-внедренческим предприятием «БашИнком» (г. Уфа) разработано более 250 видов биопрепаратов и биактивированных удобрений, которые ежегодно применяются на площади более 3,5 млн. га. Использование данных препаратов позволяет увеличить урожаи на 15–25 % при одновременном снижении затрат на пестициды и обычные удобрения на 20–30 %.

Находят применение биоудобрения для живых микробных экосистем (Crenel, г. Москва). Так, препарат AGRINOS 1 содержит микроорганизмы 10 семейств и эффективен в широком спектре условий среды. Вносится в почву в дозах 1–5 л/га и подходит для ши-

рокого спектра сельскохозяйственных культур. При использовании на картофеле обеспечивал прибавку урожая до 1,4 т/га.

Представляют интерес белорусские гуминовые удобрения «Биовермтехно», полученные из переработанного червями навоза. Это темно-коричневая жидкость, совместимая при внесении с жидкими минеральными удобрениями и средствами защиты растений. Применение препарата обеспечивает прибавку урожая, повышает иммунитет растений к стрессовым ситуациям и неблагоприятным условиям внешней среды.

Регулятор роста растений «Оксигумат» производится из торфа ООО «Фермент» (г. Минск). Препарат содержит комплекс питательных элементов и биологически активных соединений, получаемый путем глубокой окислительной переработки белорусского торфа, и не содержит синтетических искусственных компонентов. При использовании повышает энергию прорастания и всхожесть семян на 30 %, повышает урожайность зерновых на 17 %, картофеля на 18 %, зеленой массы кормовых культур на 40 %. Позволяет снизить дозу внесения минеральных удобрений на 20–25 % без ущерба для урожая. Обеспечивает получение экологически чистой продукции с высоким содержанием витаминов, белков, углеводов.

Особое внимание в рамках реализации принципов альтернативного земледелия привлекают комплексные гуминовые препараты. Их производят из органического сырья: навозных или растительных компостов, сапропеля и др. Природные органические соединения – гуминовые кислоты (гумусные и фульвокислоты) выделяют из указанных выше продуктов при воздействии на них растворами щелочей. Кроме того, препараты содержат макро- и микроэлементы в хелатной форме и комплекс аминокислот, обладают повышенным содержанием цинка, бора, марганца, магния, фосфора и калия. Гуминовые препараты активизируют рост и обменные процессы, являются стимуляторами плодообразования, роста и развития растений. Также повышают устойчивость возделываемых культур к неблагоприятным погодным и климатическим условиям. Применение гуминовых препаратов в растениеводстве позволяет увеличить урожайность в зависимости от вида культуры, влагообеспечения и общего агрофона: зерновых культур – 7–10 ц/га; кукурузы – 8–11 ц/га; сахарной свеклы – 60–75 ц/га; картофеля – 50–65 ц/га; рапса – 4–5 ц/га. Кроме того, по данным ООО «АГРОТЕХ ГУМАТ» (г. Иркутск), обеспечивается экономия 20–40 % средств на минеральные удобрения и 10–30 % затрат на фунгициды, ускоряется на 4–7 дн. созревание сельскохозяйственной продукции.

Поэтому при экологизации земледелия необходим комплекс альтернативных решений каждого звена биологического земледелия.

Возможности рационального использования минеральных удобрений

Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на урожайность и эффективность земледелия. По разным причинам их применение в нашей стране в последние годы уменьшается. Однако рациональное использование удобрений в состоянии компенсировать их частичную нехватку.

Наличие техники. Хозяйства Беларуси обеспечены специальными машинами для внесения твердых и жидких форм минеральных удобрений. В основном это рассеиватели-цетробежного типа различной грузоподъемности. Заслуживает отдельного внимания наличие высокопроизводительных машин с шинами-оболочками сверхнизкого давления типа «РОСА».

Важным условием рационального использования минеральных удобрений является их хранение и транспортировка с учетом характеристик слеживаемости. Слеживаемость связана с гигроскопичностью и возрастает с увеличением влажности удобрений, времени хранения и давлением на них. Сильно слеживаемые удобрения выпускают в гранулированном виде или с добавкой специальных веществ. Для предотвращения слеживаемости удобрения хранят и транспортируют в герметичной объемной упаковке.

Мягкие контейнеры типа «БИГ-БЭГ» производятся из полипропиленовой ткани с добавлением УФ-стабилизаторов и имеют многообразие конструктивных вариантов. Обеспечивают эффективность погрузочно-разгрузочных работ при затаривании, хранении и транспортировке удобрений. Мягкие контейнеры могут иметь грузоподъемность от 500 до1500 кг.

Контейнеры складываются в пресс-кипы в количестве не более 10 шт., перевязываются шпагатом или другим перевязывающим материалом и упаковываются в полипропиленовую ткань. Могут быть палетированы на поддонах (от 100 шт.).

Сроки и равномерность внесения удобрений. Сроки и равномерность внесения удобрений являются первым важным условием для повышения эффективности действия удобрений и возможного предотвращения их недостатка. По данным научных исследований, неравномерность распределения различных доз минеральных удобрений по-разному влияет на потери урожая. Если дозы вносимых удобрений находятся в пределах ниже оптимальных, то недостаток удобрений и недобор урожая в одном месте компенсируются прибавкой в другом. Неравномерность их распределения проявляется в пестроте почвенного плодородия. При внесении оптимальных доз потери урожая от неравномерности рассева увеличиваются в результате недобора на недостаточно удобренных участках, а также из-за полегания растений, получивших избыточную дозу питательных веществ.

Качество внесения минеральных удобрений определяется четырьмя основными показателями: дозой, равномерностью распределения, стабильностью дозы, рабочей шириной захвата машины. Ключевое значение имеет равномерность распределения удобрений по поверхности почвы. По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», эффективность применения твердых и жидких минеральных удобрений находится в прямой зависимости от этого показателя: снижение неравномерности внесения на 1 % приводит к прибавке урожайности на тот же 1 %, и наоборот. Помимо влияния на урожай, неравномерное распределение является причиной потерь самих удобрений.

В Беларуси преобладают машины с центробежными дисковыми распределяющими рабочими органами. В мировой практике такими машинами вносится более 80 % твердых минеральных удобрений. Основными машинами для внесения являются как навесные (РУС-0,7А, Л-116, АВУ-0,7, РУ-1600, РДУ-1,5), так и прицепные (РУ-7000, РУ-3000, МТТ-4У, МВУ-5) рассеиватели.

Правильная настройка машин во всех случаях является важным условием рационального использования удобрений. Причем зачастую важна не столько их доза, сколько равномерность внесения. Необходимо, чтобы все растения на поле получали оптимальное питание. Эту задачу современная техника уже в состоянии решить, однако ее необходимо правильно использовать. Рекомендации, касающиеся настроек машин для внесения удобрений, помогут добиться максимального эффекта от их применения и снизить отрицательное влияние дефицита.

Использование возможностей точного земледелия при внесении удобрений

Механизация внесения удобрений имеет значительные перспективы по их рациональному использованию, которое обеспечивается своевременным, равномерным распределением по полю, корректировкой норм в соответствии с потребностями растений, а также с учетом содержания элементов питания на определенных участках поля. Современные технические средства способны обеспечить решение указанных задач.

Точное земледелие – это индивидуальный подход к каждому участку поля, прежде всего, это дифференцированное внесение удобрений. В технологии точного земледелия для исключения огрехов и перекрытий можно применять современные навигационные системы, которые определяют местоположение агрегата в поле с помощью GPS или ГЛОНАСС и помогают механизатору ориентироваться. Достаточно эффективны и самые простые курсоуказатели, показывающие отклонение от требуемой траектории движения на светодиодной панели или LED-экране, и системы с автоматическим подруливанием.

Исследованиями НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства установлено, что даже опытный и добросовестный механизатор из-за отсутствия точного ориентира при работе с широкозахватными машинами не выдерживает стыковых проходов, совершая двойную обработку площади или оставляя огрехи на ширину 2–8 м. При этом проблема обеспечения точного вождения агрегатов для внесения удобрений и пестицидов еще более обостряется с увеличением ширины захвата современной высокопроизводительной техники.

Практические трудности применения системы точного внесения удобрений заключаются в том, что навигатор остается простым следоуказателем. Для реализации нужно предварительно провести аэрофотосъемку местности и географическую привязку к существующей системе координат. Этим в Беларуси занимается РУП «Проектный институт Белгипрозем», который в 2018 г. располагал данными материалами для 15 районов Минской области. Чтобы отработать остальные семь, ему нужно еще 3–4 года. Кроме того, в хозяйствах нет необходимой техники для работы с навигационным оборудованием. Первым ее закупил агрокомбинат «Снов», и УП «Миноблагрохимизация» провело уже для него агрохимическое обследование.

На выставке «AGRITECHNICA-2015» американская компания «GreatPlains» представила систему точного внесения удобрений при посеве «AccuShot». В качестве опции она доступна на сеялках компании серии «Yield-Pro». Внесение удобрений одновременно с посевом не является чем-то новым. Однако обычно удобрения вносятся равномерной строчкой на протяжении всего рядка. При этом многие культуры высеваются с помощью сеялок точного высева с относительно большими расстояниями между отдельными растениями. Система «AccuShot» вносит точную дозу удобрений для каждого семени индивидуально. Удобрения располагаются непосредственно в зоне расположения семени и доступны ему сразу же. Система точного внесения удобрений при посеве «AccuShot» дает возможность уменьшить расход удобрений и повысить эффективность их применения. Компания «GreatPlains» считает, что с помощью системы «AccuShot» можно сократить внесение удобрений на 25 %.

Возможно, и на других сеялках стоит возвратиться к идее внесения стартовой дозы минеральных удобрений. Эффективность такого локального внесения удобрений была убедительно доказана исследованиями профессора А. А. Каликинского и его последователей.

Экономические результаты применения систем параллельного вождения при внесении удобрений связаны с предотвращением перекрытий и огрехов. При работе без систем параллельного вождения перекрытия обычно достигают 8–10 %.

При работе без систем параллельного вождения при обработке поля площадью 1000 га на 42 га имеет место двойное внесение минеральных удобрений. Отсюда вытекает значительный потенциал экономии переменных издержек.

Инновационная система «AGXTEND» фирмы «AgXtend» (CNH Industrial) включает CropXplorer – азотный сканер-сенсор, который определяет потребность растений в азоте и дает команду исполнительной системе (разбрасывателю, опрыскивателю и т. д.) по внесению азотного удобрения. Работает 24 ч в сутки в режиме онлайн по карте-заданию или в гибридном варианте.

Высокая эффективность рассматриваемых систем может быть также обеспечена при значительных объемах внесения минеральных удобрений центробежными рассеивателями, когда нет других возможностей обеспечения заданной точности распределения удобрений по полю. С учетом всего комплекса социально-экономических факторов и приоритетов современного сельского хозяйства Республики Беларусь необходим взвешенный подход к вопросу более широкого применения сложных систем точного земледелия.

Машины комплексов «РОСА» и «ДВИНА». Производство комплекса «РОСА» налажено в Республике Беларусь на предприятии ООО «Агромашресурс». Подобным образом устроен и выпускаемый Витебским мотороремонтным заводов комплекс «ДВИНА». Комплекс состоит из универсального энергетического малогабаритного средства (УЭСМ), ко-

торое агрегатируется с полуприцепным опрыскивателем полевым штанговым (ОПШ) или разбрасывателем минеральных удобрений (РМУ).

Энергосредство УЭСМ «РОСА» – легкая машина для работы на полях, а также для доставки людей и небольших грузов по заболоченному редколесью и в труднодоступной местности с уязвимым растительным покровом, в том числе в зимних условиях. Комплекс «ДВИНА» по назначению, устройству и принципу работы подобен комплексу «РОСА». Главной отличительной особенностью машины «РОСА» является сверхнизкое давление на почву. В сочетании с другими конструктивными решениями (полный привод, независимая подвеска колес) это дает возможность выполнения необходимых агротехнических мероприятий в любых условиях, в том числе на слабонесущих и переувлажненных почвах. Это свойство, принципиально отличающее машины комплекса «РОСА» от традиционной техники, позволяет существенно расширить период их годовой занятости, особенно за счет более раннего (на 2–3 нед) начала весенних полевых работ, и уменьшить зависимость сроков проведения обработок от погодных условий. Комплекс «РОСА» оказался незаменимым при проведении работ по ранневесенней подкормке озимых культур, когда движение по полю другой техники затруднено или невозможно. Сверхнизкое давление на почву (до 0,015 МПа) позволяет использовать эти агрегаты на слабонесущих переувлажненных почвах и на полях со всходами культурных растений в фазе кущения без образования технологической колеи.

ТЕМА 12 Рациональные нормы высева сельскохозяйственных культур и способы посева (посадки)

Качество посева или посадки сельскохозяйственных культур определяется точностью соблюдения требуемой нормы высева, равномерностью распределения семян по площади поля и глубине.

Нормы высева семян, определяющие число продуктивных растений на единице площади поля, должны строго сочетаться с биологическими особенностями культур и состоянием плодородия почвы. Недостаточная норма высева может резко снизить коэффициент полезного действия ФАР из-за малой ассимиляционной поверхности. Превышение оптимальной нормы высева ведет к снижению продуктивности отдельно взятого растения, а в целом и всего посева. Кроме этого увеличивается непроизводительное расходование семян.

Колебания числовых норм высева зерновых культур при различных уровнях плодородия почв и обеспеченности посевов элементами минерального питания составляют 20-25%. Как правило, лучший фон минерального питания дает возможность получить более высокий урожай при меньшей норме высева.

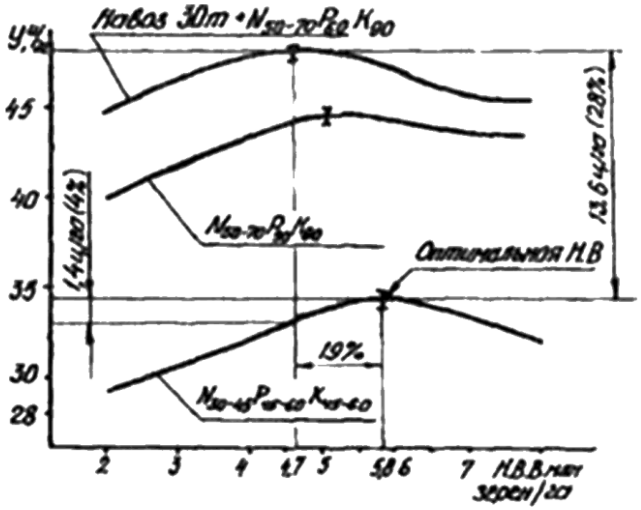


Рисунок 14. Влияние нормы высева (Н.В.) и доз удобрений на урожай озимой ржи Белта (данные А.Е.Осина)

В рассматриваемом случае колебание оптимальной нормы высева составляет 4,7-5,8 млн. зерен (19%), или 49,5 кг/га. Наибольшее отклонение урожая в 1,4 ц/га (4%) отмечается при меньшем уровне нормы высева и более низком уровне питания. Повышение уровня плодородия почвы позволяет более существенно (на 28%) повлиять на увеличение урожая. Следовательно, разумное уменьшение нормы высева кроме экономии семян за счет действия удобрений позволяет существенно повысить урожайность.

При определении рациональной нормы высева семян следует учитывать их действительную полевую всхожесть, которая также во многом зависит от качества заделки семян по глубине. По многолетним данным Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур и научно-исследовательских учреждений, в среднем полевая всхожесть семян зерновых культур составляет 60-70%, льна - 65-70%, сахарной свеклы - 40-50%, многолетних трав - около 30%. В опытах с сортами пшеницы интенсивного типа установлено, что полевая всхожесть семян, высеянных сеялкой с анкерными сошниками, составила 82,2%, а при посеве дисковыми сошниками - около 67%.

Густота стояния растений значительно влияет на урожай и качество кукурузы на силос. В условиях, исключающих экстремальную сухую погоду, урожай увеличивается при повышении количества растений до 14 шт/м^2. Но увеличение густоты ведет к худшей вызреваемости, снижению доли початков в урожае сухого вещества, процента сухого вещества и устойчивости к полеганию (рис.14).

Изменение густоты стояния растений на 10% изменяет долю зерна в урожае на 1%. Уменьшение этого показателя с 10 до 8 растений на 1м^2 повышает содержание сухого вещества на 1% и концентрацию энергии на 0,1%. В связи с этим при выборе густоты стояния растений ставится задача подбора такого варианта, при котором величина урожая и его качество были бы оптимальными. Представляют большой интерес рекомендации по практическому решению этой задачи. В зависимости от типа гибрида и уровня снабжения влагой за вегетационный период оптимальной считается густота посевов 7-13 шт/м^2, а критической - 6- 10 шт/м^2. Соответствующие средние значения для оптимального (opt) и критического (кр) уровней (рис.15)

Рисунок 15. Влияние густоты стояния растений на урожай и качество кукурузы на силос: 1— доля сухого вещества початков; 2 - сухое вещество всего растения

составляют 9,7 и 7,7 шт/м^2. Оптимальному уровню густоты соответствует 80%-ное значение доли сухого вещества початков и 95%-ное сухого вещества растения (от максимальных). Критическая густота сопровождается 66 %-ным отклонением от максимального содержания сухого вещества початков.

В отношении точности соблюдения при посеве требуемой нормы высева можно сделать вывод, что ее уменьшение в пределах 20-25% от оптимальной признается допустимой при возделывании кукурузы на силос. Наибольшую массу сухого вещества и початков можно получить при густоте стояния 8-10 растений на 1м^2.

Постоянство высева семян катушечным высевающим аппаратом достаточно высокое и в большинстве случаев уклдывается в пределы 3...5%. В качестве типичного примера можно взять результаты по равномерности высева семян пшеницы катушечным высевающим аппаратом, где средняя степень неравномерности составляла 2,4 %, отклонение в сторону максимумов -3,3%, отклонение в сторону минимумов - 5,1-5,3%. В соответствии с существующими требованиями к качеству посева допускается неравномерность высева семян отдельными высевающими аппаратами, при этом неравномерность высева семян по рядкам оценивается коэффициентом вариации V, на который существует допуск ±3%.

Результаты расчетов показывают, что общая равномерность посевов практически не изменяется при увеличении коэффициента вариации распределения растений между рядками до 10%. Поскольку коэффициент V в пределах 0-10% не влияет существенно на общую равномерность посевов, то изменение его в этих пределах не должно сказаться на урожайности культуры.

Технологические возможности зарубежных образцов пневматических сеялок с распределительной системой типа Accord (табл. 37) по поперечной неравномерности семян оцениваются показателем неравномерности 4,2-9,9 %.

Таблица 37 – **Средняя неравномерность (%) распределения семян по рядкам пневматическими сеялками**

Типы сеялок	Высеваемыекультуры					
	Пшеница	Рожь	Овес	Горох	Просо	Ячмень
Laina-Accord	6,4-6,9	-	-	7,8-9,1	6,7-8,7	7,1-9,9
PD-76	4,2-4,9	4,7-5,4	7,0-7,1	5,5-7,4	-	5,1

По данным других сравнительных испытаний неравномерность распределения семян по семяпроводам составляет для сеялок типа Accord6-9%, FlexiCoil- 6-9% (реально 11-22%), Morris620 – 10-20%. Пневматическая сеялка СЗС-14 позволяла получить поперечную неравномерность 8,1-15,3% .

Срок сева - один из важнейших элементов технологии возделывания сельскохозяйственных растений, который обусловлен биологическими особенностями культуры и погодными условиями года. Нарушение оптимальных сроков сева снижает урожай в больших размерах.

Для яровых зерновых, льна, сахарной свеклы и других ранних яровых культур оптимальными считаются первые 1-3 дня со времени созревания почвы, для картофеля - первые 1-10 дней. Запаздывание с севом приводит к ухудшению условий прорастания семян и дальнейшего прохождения фаз развития растений.

При высоком уровне плодородия почв потеря от затягивания сроков сева достигает очень больших величин – до 1,0-1,5 ц/га на каждый день запаздывания. При более низком уровне плодородия эти потери также весьма существенны - 0,5-0,8 ц/га на каждый день. Каждый день опаздывания с посевом кукурузы после оптимального срока снижает урожайность на 1%, на одну неделю - на 7, на две недели - на 15 и на три недели - на 23%. Из-за опаздывания с посевом снижается и качество кукурузы, используемой на силос. Каждый день опаздывания с посевом приводит к уменьшению доли початков в массе растения на 0,4-0,5%, снижению содержания сухого вещества на 0,3-0,5% и концентрации энергии на 0,1%. В связи с этим, как только наступят устойчиво необходимые температуры, посев надо провести в сжатые сроки, чтобы максимально использовать вегетационный период кукурузы.

Озимый рапс в значительной степени реагирует на срок сева и густоту растений. К окончанию вегетации, перед началом зимовки, он должен почти полностью закрывать почву и иметь крепкие приземистые растения с 6-8 листьями и шейку корня диаметром более 5 мм. Это возможно лишь при оптимальной плотности всходов.

Данные рис.14 отражают зависимость урожайности рапса сорта Соллукс от срока сева. Как показывают результаты опытов, ранний сев способствует удлинению побегов даже в тех случаях, когда норма высева не выше оптимальной: при севе 10 августа длина побега до прекращения вегетации достигает 2 см, 18 августа - 1,3 см, 3 сентября- 0,8 см.

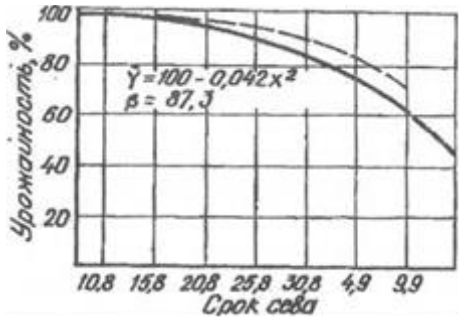


Рисунок 14. Относительная урожайность озимого рапса (------) и содержание в нем жира и белка (- - -) в зависимости от срока сева

Длина побега может быть принята за фактор, определяющий способность растений к перезимовке: чем длиннее побег, тем выше риск гибели растений при зимовке. Максимальная длина побега - до 2 см. Следующий критерий для надежности перезимовки качественных сортов рапса - диаметр корневой шейки. Здесь установлена явная взаимозависимость с нормой высева: при высеве 60 всхожих зерен на 1 м^2 диаметр корневой шейки в среднем составляет 8,1 мм, 100 зерен - 6,5мм, 180 зерен - 3,8 мм.

При высоких нормах высева получаются слишком плотные всходы, что влияет на степень развития растений. Вследствие меньшего развития шейки корневища снижается зимостойкость и способность к регенерации у качественных сортов рапса.

Рапс сильно реагирует на срок сева. Запаздывание с севом рапса сорта Соллукс снижает урожайность до 87%. Сорт Маринус в меньшей мере реагирует на поздний сев. Недобор урожая рапса сорта Соллукс возможен лишь при высеве после 20 августа, Маринус - после 25 августа (табл.37).

Таблица 37. – **Влияние срока сева на урожайность различных сортов рапса в условиях Германии**

Срок сева	Соллукс			Маринус		
	Норма высева, шт/м^2	га	%	Норма высева, шт/м^2	га	%
До 14.08	58	5120	100	87	6430	100
15-19.08	82	5654	99	103	7447	97
20-24.08	61	4510	95	75	6426	103
25-31.08	31	2480	87	43	3165	96

Способ посева во многом зависит от вида, посевных качеств семян сельскохозяйственных культур и почвенно-климатических условий. Основная задача посева состоит в обеспечении наилучших условий прорастания семян и в дальнейшем - развития растений, а также в получении их оптимальной густоты при равномерном размещении в рядках.

В связи с этим рассмотрим технологию возделывания, например, сахарной свеклы. Сахарная свекла высевается рядовым сплошным и пунктирным способами, многоростковыми и одноростковыми семенами. По данным Ф.Г. Гусинцева, увеличение средней массы корня **q** происходит до расстояния 50 см между растениями, однако оптимальным расстоянием является 10-25 см (рис.15). Отклонение от этих расстояний снижает урожайность на 20-30%.

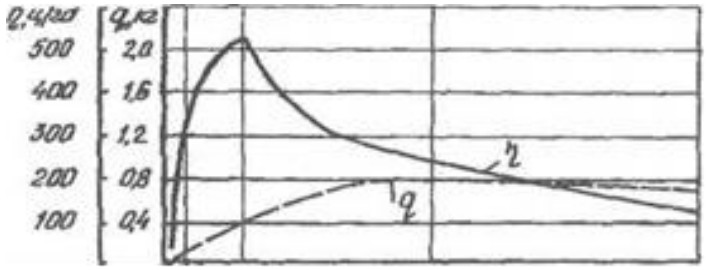


Рисунок 15. Зависимость урожайности и средней массы корня от расстояния между растениями

Следовательно, и в этом примере оптимальным считается достижение урожая в пределах 70-80% от максимального. При этом вполне допустимыми считаются отклонения в +5 см от оптимального значения расстояния между растениями (15 см) с максимальной величиной урожая.

Накопленный опыт с различными способами посева указывает на то, что при прочих равных условиях урожайность зерна оказывается тем большей, чем равномернее семена распределяются по площади. В качестве числовой меры для расстояний между зернами во всех направлениях пригодно расстояние от любого зерна до соответственно ближайшего соседнего зерна. Поскольку ближайшее соседнее зерно может лежать в любом произвольном направлении, данное расстояние можно использовать в качестве критерия оценки равномерности распределения семян по площади для любых способов посева. Чем боль-

шим при определенном количестве зерен на единицу площади является среднее расстояние до ближайшего соседнего зерна, тем более равномерным будет распределение семян по площади и тем в большей степени растения освобождены от давления, оказываемого конкурирующими соседними растениями.

На рис. 16 показано среднее расстояние до ближайшего соседнего зерна при густоте посева 400 семян на 1 м^2. Полученные данные показывают, что для рядового посева благодаря сужению междурядий можно улучшить распределение семян по площади поля. Однако при этом в рамках технически возможного сужения междурядий рядовым посевом невозможно достичь результатов равномерности разбросного посева. Ленточный посев по равномерности распределения семян по (площади занимает промежуточное положение между рядовым и разбросным посевом. Посев с равномерным размещением семян дает лучшие результаты, чем рядовой посев, но превосходит разбросной только при ширине междурядий менее 100 мм. Однозерновой посев с такими междурядьями технически трудно осуществим, и для зерновых культур он признается нерациональным.

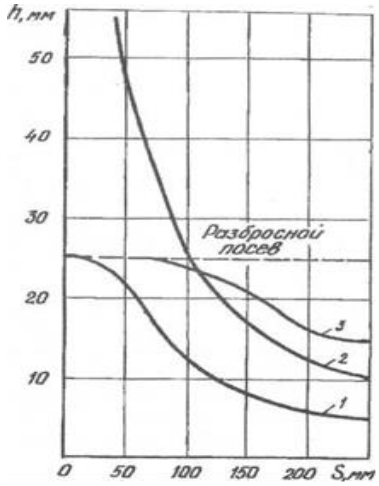


Рисунок 16. Среднее расстояние до ближайшего соседнего зерна hв зависимости от расстояния между сошниками Sпри различных способах посева: 1 - рядовой посев; 2 - посев с равномерным размещением семян; 3 - посев лентой шириной 75 мм.

Влияние способов посева на урожайность проанализировано при различном распределении семян по площади поля, однако это не дает существенных отличий по равномерности глубины высева семян. Укладка на глубину при помощи обыкновенных сошников сравнивается поэтому лишь с ленточным или разбросным посевом с помощью лапчатых или отвальных сошников. При рядовом севе на каждый сантиметр сужения междурядий в пределах ширины их от 20 до 10 см урожайность повышается лишь на 0,7%. Если урожайность при стандартной ширине междурядий 12,5 см принять за 100%,то в среднем ленточный посев с помощью лапчатых или отвальных сошников дает повышение на 3,9%, а разбросной посев с помощью таких же сошников - на 6,5%.

Глубина и равномерность заделки семян являются основными параметрами, определяющими качество посева. Согласно агротехническим требованиям, сеялка должна заделывать не менее 80% высеянных семян на заданную глубину с возможным отклонением ± 1 см.

Правильно отрегулированная сеялка заделывает 70-75% семян с указанным допуском, а неотрегулированная, изношенная - только 50- 52% . Среднее квадратическое отклонение значений глубины заделки семян сильно изношенной сеялки в 4 раза больше, чем у новой. Изношенная сеялка 26% семян заделывает на глубину, не допустимую по агротребованиям. По этой причине в засушливые годы количество взошедших семян не превышает 40-50% от высеянных, для сеялок-культиваторов отклонение глубины заделки семян на 1см приводит к снижению урожайности на 0,9 ц/га.

Значения глубины посева семян сошниками сеялок подчиняются закону нормального распределения. При этом часть семян, попавших в верхний слой почвы, не всходит из-за недостатка влаги или всходит позже, после выпадения осадков. Семена, заделанные глубже биологического предела, всходят ослабленными или погибают (табл.38).

В среднеевропейских условиях для зерновых культур требуется средняя глубина заделки семян в диапазоне от 2 до 5 см. Чем больше влажность почвы, тем меньше должна быть установленная средняя глубина заделки семян. Помимо этого, для достижения высокой полевой всхожести должно быть по возможности малым также рассеивание или стандартное отклонение глубины заделки семян относительно среднего значения глубины высева. Как показано на рис., при рассеивании глубины заделки семян порядка 6 мм полевая всхожесть достигает в среднем около 80%, если же рассеивание составляет 18 мм - 54%.

Таблица 38 – Влияние глубины заделки семян на полевую всхожесть и глубину образования узла кущения у озимой пшеницы (данные Чемберса)

Глубина посева, см	Количествовзошедшихрастений, %		Полевая всхожесть, %	Глубиназалеганияузлакущения, %
	нормальных	ослабленных		
2,5	92,7	2,8	95,5	1,95
5,0	76,1	15,3	91,4	2,03
7,5	31,6	52,3	84,1	3,22
10,0	4,9	45,9	50,8	3,75
12,5	0,5	33,5	33,0	-

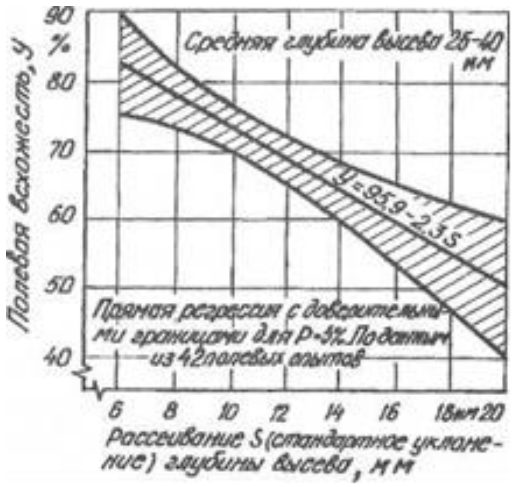


Рисунок 17. Полевая всхожесть У и рассеивание глубины S

По данным фирмы Bayer, при рядовом и ленточном способах посева с использованием различных типов сошников стандартное уклонение глубины высева составляет 6-11 мм. Ленточный и разбросной посев в отбрасываемый поток почвы увеличивает величину стандартного уклонения глубины высева до 12-17 мм. Еще большую неравномерность в 15-20 мм дает разбросной посев с заделкой семян при помощи почвообрабатывающих орудий. Самая высокая равномерность посева семян по глубине с рассеиванием в пределах 4-9 мм получается с использованием килевидного сошника с копирующими каточками и комкоудалителем. Изменение показателей равномерности в указанных пределах зависит от качества предпосевной подготовки почвы.

В опытах, проведенных в Каменец-Подольском СХИ в 1979— 1981гг., показано, что глубина заделки семян озимой пшеницы сорта Ильичевка сеялками С3-3,6 и СЗУ-3,6 составляет 2-8 см, при этом наблюдается их следующее процентное распределение по слоям: 20-30 мм-19%; 40 мм -30%; 60 мм - 35%; 80-90 мм - 16%.

Дисковые сошники создают наибольшее тяговое сопротивление, имеют наибольшие

междурядья, оставляют незаделанными до 8% семян, сложны и дороги в изготовлении.

Показательны результаты четырехлетних опытов по изучению влияния неравномерности заделки семян ячменя по глубине на урожайность посевов. Семена заделывались на глубину 4 см с различной неравномерностью: 4 ± 0 см; 4 + 1 см; 4 ± 2 см; 4 ± 3 см. Опыты показали, что в условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны России допуск на неравномерность глубины заделки семян ячменя без ущерба для урожайности можно увеличить. При этом количество семян, заделанных на заданную глубину и смежных с ней 10 мм горизонта, может быть уменьшено до 50%.

Высев семян на глубину ведется в поисках влаги. Для лучшей динамики всходов предпочтительнее минимальная глубина. Максимальная глубина ограничивается силой роста семян. Обеспечение равномерности глубины заделки семян особенно важно в засушливых условиях. Так, с увеличением глубины посева до 6 см растет урожайность, так как по мере углубления увеличивается влажность, а при глубине 6-7 см она падает из-за недостаточной силы роста семян для выхода всех растений на поверхность.

Для повышения качества посева разработан катковый сошник, в конструкции которого предусмотрен выравниватель поверхности поля, а также бороздообразующий и прикатывающий катки. Его использование позволяет разместить более 80% семян в слое почвы на глубине 3-4 см (рис.18). Дисковый сошник даже в вариантах с прикатыванием почвы не обеспечивал оптимальную глубину заделки семян. Применение Катковой сеялки обеспечило урожайность от 55,5 до 59,2 ц/га, в то время как на вариантах с дисковой - от 48,9 до 53,0 ц/га.

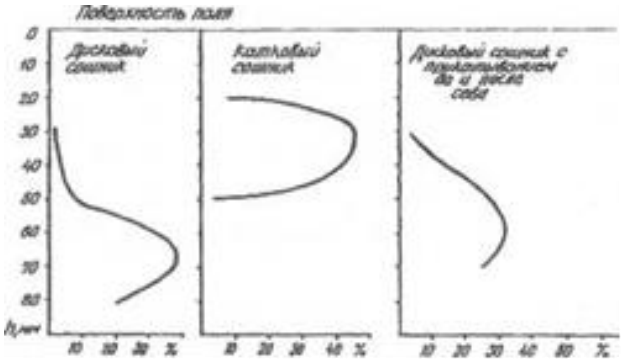


Рисунок 18. Распределение семян ярового ячменя по глубине (%) в зависимости от типа сошника и подготовки почвы (построено по данным Н.А. Ламан)

ТЕМА 13. Возможности ресурсосбережения при химической защите посевов от вредителей, болезней и сорняков

Пестициды являются единственным загрязнителем, который сознательно вносится человеком в окружающую среду. Применение пестицидов позволяет получать стабильные урожаи и ограничивать распространение инфекций, передаваемых животными-переносчиками, например, малярии и сыпного тифа. Однако непродуманное использование пестицидов имеет и негативные последствия. Пестициды поражают различные компоненты природных экосистем: уменьшают биологическую продуктивность фитоценозов, видовое разнообразие животного мира, снижают численность полезных насекомых и птиц, а в конечном итоге представляют опасность и для самого человека.

Важным характеризующим показателем использования химических средств защиты растений является пестицидная нагрузка – количество килограммов пестицидов в физическом весе на 1 га всех сельскохозяйственных земель. В разрезе групп пестицидов более 80 % общей пестицидной нагрузки дают гербициды, половина которых представлена глифосатами.

Пестициды распространяются на большие пространства, весьма удаленные от мест их применения. Многие из них могут сохраняться в почвах достаточно долго (период полураспада ДДТ в воде оценивается в 10 лет, а для диэлдрина он превышает 20 лет). При использовании даже наименее летучих компонентов более 50 % активных веществ в момент воздействия переходят прямо в атмосферу, а для таких пестицидов, как ДДТ и диэлдрин, характерна дистилляция с парами воды на земной поверхности. Эта часть пестицидов, не достигших растений, подхватывается ветром и осаждается в районах, весьма удаленных от зон применения вещества. Они в конечном итоге попадают в различные экосистемы, включая океан, пресноводные водоемы, наземные биомы и др., в значительных количествах накапливаются в почвах и увеличивают свои концентрации при движении по трофическим цепям.

Растущее беспокойство по поводу злоупотребления пестицидами привело к разработке правил их применения в индустриальных странах. Они охватывают все аспекты обращения с этими средствами: их перевозку, хранение, ликвидацию пустых емкостей, предельно допустимые остаточные количества и многое другое. Из-за опасности, которую они представляют, постепенно изымаются из употребления хлорорганические инсектициды (хлорированные углеводороды), такие, как хлордан, ДДТ и другие, хотя они, несомненно, принесли определенную пользу и здравоохранению, и сельскому хозяйству. Запрещены и некоторые фумиганты, применявшиеся ранее для газового обеззараживания почвы и хранящегося зерна. Поэтому в некоторых странах (США, Франция, Германия) начинают уменьшать дозы применения пестицидов или полностью от них отказываются. В последние годы в разработаны гербициды, не представляющие явной опасности для живых организмов, или быстро разрушающиеся в окружающей среде. Широкое применение биологических методов защиты растений позволит уменьшить степень загрязнения среды пестицидами.

В последние годы наблюдается сложная ситуация с защитой окружающей среды от поллютантов (загрязняющих веществ). В некоторых городах ПДК вредных веществ в воздухе превышена в 10 раз, содержание МДУ в воде двух третьих водных источников СНГ не отвечает нормативным актам, растет количество токсичных отходов, часть продуктов поступает с повышенным содержанием радионуклидов.

Все это привело к совершенствованию химического метода. Намечаются следующие тенденции.

1. Сокращение количества высокотоксичных препаратов.
2. Совершенствование препаратов в сторону уменьшения их токсичности.
3. Уменьшение стойкости (персистентности) препаратов в биологических средах.
4. Исключение сильных аллергенов.
5. Снижение количества препаратов с выраженным кумулятивным эффектом.
6. Исключение из употребления канцерогенов.
7. Расширение области применения комбинированных препаратов (идеальный инсектицид + фунгицид + микроэлемент).
8. Разработка узкоизбирательных препаратов против конкретного вредителя.
9. Использование прогрессивных способов применения ядохимикатов:

- предпосевная обработка семян;
- ленточное применение пестицидов;
- ранневесеннее или позднеосеннее применение ядохимикатов;
- краевые обработки;
- применение пленкообразующих составов.

10. Широкое использование малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания.
11. Организация использования пестицидов с учетом ЭПВ.
12. Соблюдение существующих регламентов.
13. Чередование препаратов из разных химических классов с разным механизмом действия.

14. Сочетание химического метода с другими способами защиты растений.

Продолжаются исследования по повышению экологической безопасности использования пестицидов. Ведется поиск и скрининг новых химических соединений растительного, животного и микробного происхождения, оцениваются новые группы БАВ в качестве прототипов новых химических средств защиты растений.

Важным направлением снижения объемов применения пестицидов является снижение потерь при их использовании. Все потери при внесении средств защиты растений (СЗР) можно разделить на производственные и непроизводственные. Производственные потери – это потери, на которые могут влиять механизаторы и специалисты. К основным причинам, вызывающим их, относятся неравномерность распределения пестицидов по ходу движения и ширине штанги, а также снос ветром (дрейф). Способы их устранения во многом схожи.

К непроизводственным относятся потери, которые обусловлены конструкцией технического средства. На них практически невозможно повлиять, если не считать выбора опрыскивателя. За последние десять лет производители техники для защиты растений проделали большую работу, и при соблюдении правил ее эксплуатации практически устранены отказы насосов, рукавов, вентилей.

Возможности снижения доз применения пестицидов. Негативные последствия от использования пестицидов связаны, главным образом, с нарушением регламентов их применения. Они действуют на все объекты окружающей среды: зачастую наблюдается загрязнение атмосферного воздуха при обработке посевов или лесных угодий. При обработке агроценозов в них снижается видовое разнообразие растений, за счет чего травоядные животные лишаются привычных для них кормов. Происходит загрязнение почвы токсичными веществами. Со временем остатки пестицидов разлагаются, но некоторые из них способны длительно сохраняться в почве, нарушается севооборот. Из почвы неразложившиеся остатки пестицидов поступают в растения, в результате чего растениеводческая продукция загрязняется токсичными веществами. Токсичные остатки пестицидов воздействуют на почвенную биоту.

Негативное действие пестицидов проявляется в загрязнении питьевых водоисточников токсичными веществами и ухудшении санитарного состояния воды. Попадая в водоем с сельскохозяйственных угодий при смыве с полей, при сносе пестицидов ветром во время обработки посевов и другими путями, они отрицательно воздействуют на водную биоту, вызывая отравление рыб и кормовых для них организмов, а остатки гербицидов вызывают снижение продуктивности водных растений.

Для снижения экологического пресса при применении пестицидов рекомендуются следующие направления.

1. Химический метод в защите растений следует применять в крайнем случае, когда другие приемы и методы становятся неэффективными.

2. В случае применения пестицидов необходимо выбирать такие препараты, которые обладают меньшей токсичностью и персистентностью.

3. В защите растений следует шире применять агротехнические приемы, направленные на снижение численности вредителей, возбудителей болезней,

4. Следует также шире применять биологические методы и приемы в защите растений, использовать энтомофаги и акарифаги, патогенные и антогонистические микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.

Специалисты считают, что при опрыскивании потери пестицидов могут составить половину и более от применяемого количества. Это наносит ущерб урожаю, загрязняет окружающую среду и влияет на здоровье работающих с пестицидами людей. Особенно велики потери пестицидов при опрыскивании небольших полей. Задача снижения этих потерь приобретала большое народнохозяйственное значение с точки зрения охраны природы и экономики.

Комплексное рассмотрение способов уменьшения потерь с точки зрения механизации опрыскивания, когда потери пестицидов учитываются с момента отпуска препарата со склада и до воздействия его на вредные организмы, позволяло сделать вывод о том, что основными способами, обусловленными работой машин, являются:

- механизация подготовки пестицидов к опрыскиванию;
- электростатическая зарядка распыленной рабочей жидкости;
- рациональное соотношение объемов применения различных типов опрыскивателей в соответствии с условиями их работы;
- средства уменьшения неравномерности распределения пестицидов.

Предлагаемая технология подготовки пестицидов позволяла механизировать этот процесс при работе опрыскивателей индивидуальным или звеньевым способом. Суть данной технологии заключалась в централизованном машинном приготовлении и расфасовке по контейнерам маточной жидкости, ее транспортировке к опрыскивателям и заправке маточной жидкостью вместе с заливкой в баки воды с одновременным приготовлением рабочей жидкости. Маточная жидкость представляет собой высококонцентрированную суспензию, эмульсию или раствор. Для существовавших в то время видов пестицидов это представлялось необходимым.

Приготовление рабочей жидкости по разработанной технологии было возможно не только в баках опрыскивателей, но и в специальных баках компенсаторах, если они имелись на полевых заправочных пунктах. Использование для транспортировки маточных жидкостей небольших контейнеров, например полиэтиленовых бочек вместимостью 20 л, позволяло подобрать такую концентрацию маточной жидкости, которая обеспечивает заданные нормы расхода пестицидов и рабочей жидкости при полной заправке опрыскивателя без дополнительной дозировки.

Движение капель в воздухе и по растению во многом определяет потери пестицидов при опрыскивании. Мелкие капли больше подвержены сносу. Наиболее крупные капли, попавшие на растение, могут упасть с него. Средний диаметр капли – один из основных показателей оценки качества работы опрыскивателей. Оптимальная настройка показателей качества опрыскивания будет способствовать рациональному использованию рабочей жидкости.

Электрическая зарядка рабочей жидкости может способствовать повышению эффективности опрыскивания и быть контактной, ионной и индукционной. Электростатическое опрыскивание должно проводиться мелкими каплями (до 100 мкм) с малыми и ультрамалыми нормами расхода рабочей жидкости. При этой технологии диспергированная рабочая жидкость заряжается электростатическим зарядом, что способствует лучшему осаждению и проникновению пестицидов в растительный покров, уменьшению сноса мелких частиц жидкости.

Мероприятия по снижению потерь пестицидов при опрыскивании.

Важным условием снижения дозы применения пестицидов является рациональная конструкция машин для их внесения. Проблемным узлом остается штанга. Поэтому лучше выбирать опрыскиватель с пространственной фермой, изготовленной из качественной стали. Риск поломки плоской в сечении штанги намного выше, особенно при недостаточной культуре земледелия, при недостаточной культуре земледелия. Штанга менее устойчива к нагрузкам на кручение, которые неизбежно возникают при движении.

Еще один важный узел штанги – система стабилизации, помогающая сохранять положение, параллельное поверхности поля при наезде на неровности или при движении по склону. Существует множество технических решений, как активных, так и пассивных. Они могут управлять непосредственно положением штанги, компенсировать неровности поля за счет независимой и даже активной подвески. Следует помнить, что любой наклон штанги означает неравномерное внесение, а значит, перерасход пестицидов на одних участках и снижение их эффективности на других.

Влияние скорости движения опрыскивателя. Существенным фактором, влияющим на неравномерность распределения пестицидов, является скорость движения опрыскивателя. Рекомендуемая скорость движения опрыскивателей при работе со щелевыми распылителями не превышает 7–8 км/ч. Это связано и с усилением сноса ветром, и с колебаниями штанги, которые все равно возникают, каким бы ровным ни было поле. Дальнейшее увеличение скорости означает дополнительные потери, но они могут быть разумными при правильном выборе нормы расхода, подборе распылителя, сертифицированного для работы на повышенных скоростях.

На равномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата сильно влияют колебания штанги в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также снос ветром. Неровности микрорельефа почвы, влияющие на положение распылителей относительно обрабатываемой поверхности, равно как и степень воздействия порывов ветра на распыляемую рабочую жидкость, учесть весьма затруднительно.

При движении машины для защиты растений сложно предвидеть и характер воздействия встречного, набегающего воздушного потока, который способствует рассеиванию капель в воздухе и их испарению. При оптимальной скорости движения опрыскивателя (около 8 км/ч) на капли действует воздушный поток скоростью 2 м/с, а при скорости опрыскивателя 30 км/ч – 8 м/с.

Производители дают конкретные, основанные на результатах испытаний, рекомендации по скорости, на которой должны работать те или иные распылители. В настоящее время на рынке представлены эжекторные распылители для работы на скорости до 16 км/ч. Превышение данного показателя ведет к увеличению производственных потерь и резкому снижению качества обработки. При скорости более 25 км/ч, по мнению многих специалистов, обработку производить физически невозможно: около машины создается зона пониженного давления, и капли затягиваются под нее потоками воздуха. В результате происходит сужение зоны обработки – появляются полосы на полях.

Выбор распылителей. От выбора распылителя в значительной мере зависит качество проводимого опрыскивания. Выбирая распылитель, нужно учитывать следующие факторы: вид обработки (гербицидная, фунгицидная, инсектицидная, внесение жидких удобрений или регуляторов роста растений), свойства препаратов (контактные или системные), густота стеблестоя, температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость ветра. Распылители подразделяются по типу устройства и по создаваемому факелу распыла рабочей жидкости. По типу различают инжекторные, щелевые, дефлекторные, вихревые и др. По типу создаваемого факела распыла различают распылители плоскофакельные, с полым конусом факела, двухфакельные.

По мере износа форсунок коэффициент вариации распределения рабочей жидкости растет. В своих материалах фирма «TeeJet» приводит такую зависимость: новый распылитель обеспечивает коэффициент вариации на уровне 6 %, заметно изношенный – 35 %, поврежденный – более 57 %.

Единственный инструмент управления этими потерями – своевременная замена распылителей; в белорусских условиях в большинстве случаев – один раз в год, перед началом сезона. Калибровка и селективный подбор распылителей по показателям расхода в последнее время экономически и организационно не оправдан.

Предотвращение испарения капель и сноса ветром. Снос ветром, испарение мелких капель, скатывание с листа крупных капель являются причинами значительных потерь рабочей жидкости при опрыскивании. Сократить их можно, выбирая оптимальные погодные условия для проведения обработок: повышенная влажность воздуха, невысокая температура, отсутствие ветра сокращают испарение и снос капель. Кроме этого, на снос капель ветром влияет скорость движения опрыскивателя. Между ними существует прямая зависимость.

Распылители создают капли различного размера. Они должны быть ни слишком большими, ни слишком мелкими. Первые скатываются с листа, вторые испаряются, не достиг-

нув обрабатываемой поверхности. Оптимальным размером для средних условий работы по состоянию окружающей среды считается размер капель в пределах 200–300 мкм.

Традиционные щелевые распылители создают больше мелких капель. С одной стороны, это улучшает покрытие поверхности листа, особенно при работе с фунгицидами, с другой – увеличивает потери от испарения и ветрового сноса. Эжекторные распылители менее требовательны к погодным условиям.

Совершенствование распылителей.Сократить производственные потери можно и за счет повышения эффективности работы распылителей. В настоящее время производителями распылителей предлагаются специализированные модели. При распылении основная масса препарата попадает на фронтальную (переднюю, верхнюю) поверхность растения. В то же время оборотная сторона получает меньшую дозу препарата, что является серьезным недостатком при защите сельскохозяйственных культур. Для решения проблемы были изобретены распылители со сдвоенными соплами с углом между ними 60°. Они создают двойную струю: одна работает по ходу движения, вторая – в противоположном направлении, обеспечивая равномерную обработку растений с двух сторон. Это новшество позволяет получить лучший результат без увеличения нормы расхода баковой смеси, а порой и снижая ее.

Еще одним приемом минимизации потерь является правильный **выбор высоты установки штанги**. В большинстве случаев настройка высоты выполняется исходя из отношения расстояния между распылителями к высоте, равного 1:1. Например, плоскоструйные распылители с углом распыления 110–120° и расстоянием 50 см друг от друга устанавливаются на высоте 50 см над обрабатываемой поверхностью. Допускается установка штанги на высоту до 75 см, но при этом необходимо либо увеличить шаг расстановки распылителей до 75 см, либо использовать распылители с углом 80–90°, учитывая отношение расстояния между распылителями к высоте 1:1,5. Для распылителей фирмы «TeeJet» в большинстве вариантов рекомендуется высота установки распылителей в пределах 50–60 см над обрабатываемой поверхностью. Критическим фактором является достижение двойного перекрытия факелов распыления. Подъем штанги до 100 см и более производителями не рекомендуется: подавляющее большинство распылителей, используемых в сельском хозяйстве, не предназначено для работы на такой высоте, поскольку это приводит к резкому снижению качества обработки и повышенному сносу капель при опрыскивании.

Все ведущие производители распылителей и техники для защиты растений дают подробные рекомендации по применению своих продуктов в каталогах (подбор форсунок в зависимости от задачи, погодных условий, вида препарата, обрабатываемой культуры). В последние годы такие справочники представляют в электронном виде. Существуют приложения для смартфонов на базе Android и iOS.

Выбор рабочего давления жидкости.При проведении работ по защите растений часто приходится переходить с одной нормы рабочей жидкости на другую, например с 200 на 400 л/га. Делать это нужно не за счет увеличения давления: в таком случае растет доля мелких капель, которые часто не достигают обрабатываемой поверхности – испаряются или сносятся ветром. Правильнее заменить распылитель на более производительный, который позволит выливать больше рабочей смеси при том же давлении. Для этого лучше использовать опрыскиватели, в которых распылители различной производительности устанавливаются в корпуса револьверного типа. Смена распылителя осуществляется простым поворотом корпуса. Таким образом можно регулировать норму расхода и соответственно сокращать потери, наращивать эффективность обработки при смене погодных условий в течение дня (поднялась температура, упала влажность).

Системы автоматизации при опрыскивании. Различные препараты показывают наилучшую эффективность при определенных размерах капель. Например, для применения гербицидов оптимальными считаются капли медианно-массового диаметра 400–600 мкм, для инсектицидов и фунгицидов – 150–400 мкм. Существуют различия в требуемых

размерах капель для препаратов системного и контактного действия. Выход за пределы рекомендуемых диапазонов размеров капель ведет к снижению эффективности: либо к потере препарата из-за испарения и сноса ветром (при выходе за левую границу диапазона), либо к снижению степени покрытия объекта обработки и плохому проникновению в растительный покров (при выходе за правую границу диапазона).

Новейшими являются разработки полностью роботизированных устройств для внесения растворов пестицидов.

Для стабилизации заданной нормы внесения и размеров капель оператор должен обеспечить постоянство скорости движения и давления жидкости в системе нагнетания. При использовании современных компьютеров для управления опрыскивателем имеется возможность двукратного увеличения скорости обработки, но при этом происходит изменение размеров капель из-за колебаний давления. Система «DynaJet» позволяет поддерживать неизменными норму внесения и размеры капель при восьмикратном изменении скорости. При этом используются стандартные гидравлические распылители неизменного типоразмера.

Система DynaJet обеспечивает принципиально новый подход к настройке опрыскивателя, где оператор может указать оптимальный диапазон размера капель и рабочую скорость, получив при этом диапазон возможных норм вылива жидкости на 1 га.

Повышению экологической безопасности при проведении опрыскиваний способствует разработка «Ростсельмаш», получившая серебряную медальза систему ночного видения «RSM NightVision». Она использует не только видимый свет, но также часть спектра инфракрасного излучения при помощи недорогих камер на кремниевой основе. В отличие от дорогих тепловизоров, «RSM NightVision» обеспечивает видимость в диапазоне от 250 до 1500 м, что позволяет операторам работать на более высоких скоростях движения. Камеру не обязательно устанавливать снаружи машины, где она подвергается воздействию пыли и грязи. Высокий уровень чувствительности позволяет использовать эту технологию вместе с обычными тракторными фонарями. Изображение с основной камеры, которая установлена в кабине и направлена вперед, может проецироваться на лобовое стекло, картинки с боковых камер отображаются на дисплеях.

Современный подход к ленточному внесению гербицидов Повышение требования безопасности продуктов питания, экономической эффективности сельскохозяйственного производства, уменьшения воздействия на обслуживающий персонал и экологию обусловливают поиск, обоснование и создание новых технологий и технических средств для применения пестицидов. Значительные перспективы имеет ленточное внесение гербицидов с использованием перспективных решений.

Ленточное внесение гербицидов не является новым технологическим приемом. Однако появившиеся в последнее время новые элементы опрыскивающей техники, а также современные подходы к механизации растениеводства в целом и в частности к операциям опрыскивания позволяют повысить эффективность ленточного внесения пестицидов.

Сущность ленточного или полосового способа заключается в том, что тот или иной препарат вносят не на всю площадь поля, а только на ту ее часть, которую невозможно качественно обработать почвообрабатывающими орудиями, т. е. в защитные зоны рядков кукурузы, подсолнечника, сои и других культур шириной 20–35 см.

Возможно применение локальным способом и других препаратов. Некоторые опрыскиватели для послевсходовой обработки ядохимикатами в зоне рядка оборудуются специальными комплектами модели 23770 фирмы «TeeJet».

Ленточное внесение гербицидов снижает опасность накопления остаточного количества препаратов при интенсивном их использовании, а в ряде случаев позволяет в севообороте обрабатывать некоторые культуры, не опасаясь отрицательного последействия гербицидов на чувствительные к ним последующие культуры. Ленточное внесение гербицидов целесообразно объединять с севом или культивацией. В этом случае распылители,

ориентированные на расположение рабочих органов сеялки или культиватора, строго вносят препарат на обрабатываемый объект (ленточные полосы или растения).

Основными технологическими требованиями при ленточном внесении гербицидов в процессе культивации или посева являются:

- качественная подготовка почвы (мелкокомковатая структура);
- уничтожение проростков сорных растений в защитной зоне растений и на глубине прорастания сорных семян;
- минимизация контакта семян с почвенными гербицидами;
- оптимизация подачи рабочих растворов во влажный почвенный слой при сохранении сложившейся структуры капилляров.

Пример ленточного внесения гербицидов в почву. Для внесения почвенных гербицидов, требующих заделки в почву, можно использовать обычные пропашные культиваторы, например, типа КРН, ширина захвата которых соответствует или кратна захвату сеялки. Культиваторы укомплектовывают стрельчатыми лапами для сплошной обработки почвы и оборудуют маркерами. Длину маркеров устанавливают такой же, как и на сеялке при посеве, чтобы при каждом проходе культиваторов стыковое междурядье было таким же, как и основные. На культиваторы навешивается оборудование для ленточного опрыскивания, включающее насос (с приводом от ВОМ, гидромотора или бортовой сети трактора с 12 V или 24 V), регулятор, систему управления и штангу с распылителями.

Кроме того, культиватор оборудуют маркером (следообразователем), который оставляет след для ведения посевного агрегата таким образом, чтобы сошники сеялки шли точно посредине обработанных гербицидом полос почвы.

Учитывая развитие точного земледелия, вместо следообразователя эффективно использовать GPS-оборудование с системой параллельного вождения или автопилоты с точностью вождения до 2,5 см. Штангу с распылителями крепят перед лапами культиватора на высоте 25 см от почвы, что обеспечивает внесение пестицида на ширину 30–35 см.

Для применения послевсходовых (страховых) гербицидов во время междурядной обработки опрыскиватель агрегатируют с пропашным культиватором. При этом распылители устанавливают на раме культиватора таким образом, чтобы гербицидом обрабатывалась полоса защитной зоны рядка.

В последнее время с целью экономии средств наряду с ленточным внесением гербицидов вносят ленточным способом жидкие комплексные удобрения непосредственно при посеве пропашных культур, например кукурузы.

Влияние погодных условий на эффективность применения пестицидов. Условия окружающей среды способны оказывать существенное влияние на эффективность действия пестицидов и должны учитываться в технологиях их практического использования. Температура среды, влага влияют на анатомо-морфологическую структуру листа и, как следствие, на гербицидную активность препаратов. При благоприятных погодных условиях (оптимальная влажность почвы, высокая относительная влажность воздуха, умеренное освещение, уравновешенное питание) сорняки быстро растут, становятся более чувствительными к гербицидам, так как их ткани сочные, а листья формируются с тонкой кутикулой. При неблагоприятных условиях роста (сухая ветреная погода) устойчивость сорняков к гербицидам повышается, растения начинают одревеснеть, кутикула утолщается, а у опушенных видов возрастает плотность опушения.

Влага. Вода, находящаяся в почве, помогает гербицидам контактировать с прорастающими семенами сорняков и ускоряет их поглощение. Недостаток влаги в поверхностном слое почвы (0–5 см), в котором прорастает максимальное количество семян сорняков,– это наиболее распространенная причина слабой активности почвенных гербицидов. Когда поверхностный слой почвы сильно пересыхает, часть сорняков всходит из более глубоких слоев почвы и благоприятно минует слой, в котором находится неактивный гербицид.

Низкая влажность почвы также снижает эффективность гербицидов, вносимых по листу. В таких условиях сорные растения находятся в состоянии водного стресса, имеют

слабые темпы роста, на листьях образуется толстая кутикула, физиологические процессы в растении (например, фотосинтез, транспирация) идут медленно. Кроме того, в условиях недостатка влаги появление сорняков обычно недружное, растянутое, а их возраст во время опрыскивания весьма неоднороден, что также влияет на эффективность применения гербицидов. При благоприятных погодных условиях массовое появление сорных растений происходит раньше и дружнее.

В засушливые годы сорняки более устойчивы к действию химических веществ, чем во влажные. Условия увлажнения влияют на состояние и проницаемость тканей растений. Так, при относительной влажности воздуха 40 % проницаемость эпидермиса уменьшается в три раза по сравнению с влажностью 80 %. Кутикула напоминает губку и может впитывать воду и набухать или, наоборот, отдавать воду и сокращаться. В то же время существует обратная коррелятивная связь между толщиной кутикулы и количеством проникшего в лист химиката. Подсыхание эпидермиса может сильно замедлять проникновение в клетку гидрофильных веществ из-за сокращения водной фазы клеточной стенки и уменьшения смачиваемости поверхности кутикулы. Суточная цикличность смачиваемости возрастает ночью и убывает днем, когда клеточные стенки подсыхают. Это дополнительный аргумент в пользу применения гербицидов в утренние часы.

Низкая влажность воздуха приводит к большим потерям гербицида в процессе внесения (полное испарение мелких капель до попадания на лист) или при попадании на лист (быстрое испарение капель воды и кристаллизация гербицида).

Высокая относительная влажность воздуха замедляет испарение капель рабочей жидкости, способствует лучшей проницаемости кутикулы. Гербицид же проникает в растение только тогда, когда находится в капле в виде раствора или эмульсии. При дефиците влаги водный путь проникновения гербицидов в растение сильно ограничивается и остается доступным лишь липоидный путь проникновения.

Температурный режим. Холодные условия способствуют растянутому появлению сорняков, и эффективность прополки в таких условиях снижается. Если влаги в почве достаточно, то повышение температуры способствует прорастанию семян сорняков, тем самым повышается чувствительность сорняков к гербицидам. Возрастает скорость поглощения и перемещения гербицида в верхнюю часть растений. С другой стороны, высокая температура почвы в сочетании с оптимальной ее влажностью ускоряет процессы разложения гербицидов микроорганизмами, что сокращает срок их действия.

Высокая температура воздуха (выше 25–30 ºС) часто сопровождается низкой влажностью, что вызывает стресс у сорных растений. Количество поглощенного ими гербицида и скорость его перемещения по растению могут значительно снижаться. Для оптимальной работы большинства гербицидов температура воздуха должна находиться в пределах от 10 до 25 ºС, когда скорость физиологических процессов, происходящих в сорных растениях, сохраняется на стабильно высоком уровне. При температуре свыше 25–28 °С также появляется опасность фитотоксичности препаратов для защищаемой культуры.

При понижении температуры уменьшается проницаемость кутикулы, замедляются процессы обмена веществ, дыхание, фотосинтез, ростовые процессы у культурных растений. Как следствие, токсичность гербицидов снижается. Гербициды – производные феноксикислот, например, 2,4-Д, 2М-4Х менее активны при низких температурах воздуха, чем гербициды из группы сульфонилмочевин. Низкая температура воздуха также существенно снижает активность контактных гербицидов (например, диквата, бентазона). Минимально рекомендованные температуры воздуха при их применении составляют от +10 до +15 ºС. Гербициды сульфонилмочевинной группы активны уже при температуре от +5 до +7 ºС.

Кратковременные заморозки после внесения большинства гербицидов листового действия не имеют существенного значения для их эффективности. Однако сильные морозы повреждают ткани растений, что может ограничить эффективность большинства системных гербицидов листового действия.

Свет. С одной стороны, свет влияет на факторы, которые определяют поглощение гербицидов, – на рост и морфологию сорняков. В условиях интенсивного солнечного освещения сорные растения образуют более толстую кутикулу с восковым покрытием, тем самым являясь менее проницательными, чем сорняки, растущие в затенении. С другой стороны, увеличение интенсивности света способствует ингибирующей активности большинства гербицидов – при освещении происходит интенсивный фотосинтез, что способствует активности тех гербицидов, которые перемещаются главным образом по флоэме – с током питательных веществ к меристемным тканям и органам, запасающим питательные вещества (флуазифоп – П-бутил, сетоксидим и др.).

Отдельные почвенные гербициды под действием солнечного света разрушаются, поэтому их немедленно нужно заделывать в верхний слой почвы.

Осадки.Умеренные осадки положительно влияют на активацию почвенных гербицидов, поскольку они вызывают их включение в процесс поглощения препарата проростками сорняков, где вода является средой, в которой препараты могут перемещаться к местам их поглощения сорняками. Длительное и чрезмерное увлажнение (интенсивные осадки) может способствовать вымыванию гербицида из зоны прорастания сорняков в нижележащие слои почвы, что может не только снизить эффективность гербицидов, но и вызвать повреждение культуры.

Осадки влияют и на эффективность гербицидов листового действия (наносимых на поверхность листьев). Для проникновения химических веществ в растения необходимо определенное время. Оно индивидуально для каждого препарата, может изменяться (сокращаться или увеличиваться) в зависимости от погодных условий, фаз развития, физиологического состояния растений и др. Обычно это не менее 2–8 ч, иногда меньше. Небольшое количество осадков (менее 1 мм), особенно в виде мелкого дождика, который прошел сразу же после обработки, не влияло негативно на эффективность, а иногда даже повышало ее. Повышение эффективности гербицидов в результате небольшого увлажнения листовой поверхности растений, особенно в жаркий период, связано с более длительным периодом сохранения капель раствора на листе, недопущением их высыхания и быстрой кристаллизацией препарата. Сильный дождь сразу после обработки смывает гербицид. Время, которое необходимо препарату для поглощения его сорняком, зависит от химизма гербицида (действующего вещества), формуляции, наличия прилипателей. Некоторым действующим веществам (например, флузиафоп-П-бутил, эфир МЦПА и 2,4-Д) требуется не более 1–3 ч без осадков после их применения. Для поглощения других гербицидов необходимо не менее 6 ч. В последние годы появляются гербициды с улучшенной дождестойкостью и меньшей зависимостью от атмосферных осадков. Некоторые гербициды, содержащие хорошие прилипатели, могут применяться даже за 1 ч до дождя.

Поверхностно активные вещества (ПАВ) улучшают смачиваемость поверхности листьев, замедляют испарение рабочей жидкости, дестабилизируют структуру воска, покрывающего кутикулу, повышают проникновение действующего вещества в растение, снижают влияние внешних факторов на эффективность гербицидов. Применение большинства гербицидов листового действия требует добавления адъювантов. Адъювант (adjuvant – соединение или комплекс веществ, используемые для усиления иммунного ответа при введении одновременно с иммуногеном) подбирается в зависимости от механизма действия и действующего вещества гербицида. Замена одного ПАВ другим без знания их химической совместимости, состава и принципов действия может привести к отсутствию желаемого эффекта и даже спровоцировать химическую реакцию, кристаллизацию препарата и выпадение осадка.

При утреннем или вечернем применении гербицидов сорные растения часто покрыты росой. Сильная роса обычно ухудшает действие гербицидов листового действия, поскольку затрудняет их удержание на сорняках (капли раствора скатываются с листа вместе с каплями росы) или снижает концентрацию гербицида на единицу площади (эффект раз-

бавления), поэтому применение гербицидов в таких условиях менее эффективно, хотя очень тонкий слой росы на растениях, особенно в условиях сухой почвы или при недостатке влаги, может благоприятно влиять на структуру кутикулы, обеспечивая хорошее поглощение действующего вещества клетками растения, и усиливать гербицидную активность препаратов.

Таким образом, учет погодных условий и корректировка условий применения гербицидов совершенно необходимы при выборе стратегии и тактики химической прополки и корректировки технологии ее применения.

Рекомендации по применению пестицидов. Эффективность инсектицидных обработок при низких температурах воздуха (ниже 10 ºС) снижается, особенно препаратов системного действия, поскольку в таких условиях насекомые не активны и не питаются. При температуре ниже 5 ºС инсектицидные обработки проводить не рекомендуется.

В зависимости от развития болезней применять фунгициды следует при температуре не ниже 12–15 ºС. Минимальный срок после применения фунгицида до выпадения осадков составляет 1–2 ч.

По рекомендациям Е. А. Якимовича, в период вегетации зерновых культур сроки применения фунгицидов должны основываться на динамике развития болезней и складывающихся гидротермических условиях. Порог вредоносности болезней в посевах озимых зерновых культур на третьем листе сверху составляет 1–5 %. В посевах ярового ячменя порог вредоносности тот же, но признаки поражения учитываются на втором листе сверху. Защиту колоса озимых культур при необходимости следует проводить в период колошения – цветения, а яровых культур – не позднее колошения.

Альтернатива химическим методам защиты растений.

Методы защиты растений от болезней, сорняков и вредителей из года в год совершенствуются. В применяемых способах защиты растений можно выделить несколько групп: ***агротехнические, физико-механические, химические и биологические методы борьбы***.

В Республике Беларусь сформирована и действует система интегрированной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, которая творчески объединяет все возможные способы. При этом возможно и целесообразно шире применять экологически безопасные и экономически оправданные способы с возможностью снижения пестицидной нагрузки.

К ***агротехническим методам защиты растений*** относятся правильный выбор и подготовка поля, выращивание и использование здорового посевного материала, пространственная изоляция культур, имеющих общих вредителей, обработка почвы, внесение удобрений, использование устойчивых сортов. При тщательной обработке почвы уничтожаются сорняки, разрушаются места обитания многих вредных насекомых, ухудшаются условия их зимовки. Своевременный и качественный посев обеспечивает наиболее благоприятные условия для прорастания семян и развития растений, что делает их более устойчивыми к повреждениям и конкурентными в отношении сорняков.

Главным достоинством метода стоит назвать возможность предупреждения множества проблем, с которыми можно столкнуться в процессе выращивания растений. Так, например, проще и безопаснее произвести зяблевую вспашку, чем весной прибегать к химическому методу защиты растений. Зяблевая обработка почвы включает два приема: лущение, провоцирующее быстрые всходы падалицы; глубокая зяблевая вспашка, при которой всходы вместе со спорами, личинками зимующих насекомых и семенами сорняков запахиваются глубоко под землю, где большинство из них погибает. Уничтожение остатков растений перед вспашкой также помогает избавиться от многих впавших в анабиоз насекомых, предпочитающих зимовать в корнях растений и остатках листьев и ботвы. В некоторых случаях, например перед выкапыванием картофеля и свеклы, ботва убирается еще до сбора урожая, чтобы предупредить заражение корнеплодов фитофторозом.

Уничтожение сорняков – это также немаловажный этап агротехнической работы. Оно позволяет: предупредить развитие многих болезней культурных растений, так как сорняки часто являются переносчиками вирусов и спор.

Рациональная обработка почвы. Большое влияние на развитие вредных организмов имеют физико-химические свойства почвы. Различные типы обработки почвы существенно изменяют физические параметры, в частности плотность, аэрацию, влажность, температуру и др. На растительных остатках происходит развитие многих возбудителей болезней: бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза, корневых гнилей и др. Поэтому через 10–20 дн. после появления всходов падалицы и сорняков проводят вспашку на глубину не менее 20–22 см, которая приводит к гибели большинства вредных организмов. Ранняя вспашка стерни зерновых культур в значительной степени устраняет недостатки их монокультуры, поскольку не дает возможности питаться на стерне зерновых и других культур вредителям, которые или погибают при вспашке почвы, или уходят на зимовку, не закончив развития, что приводит к гибели их в зимний период.

В условиях Беларуси весновспашка не рекомендуется и должна быть заменена адаптированными к складывающимся условиям безотвальными обработками почвы. В качестве первой весенней обработки на готовящихся к посеву полях можно рекомендовать ранневесеннее боронование агрегатами с пружинными боронами типа АБ-5/9. Данный агрегат в последующем может успешно применяться для борьбы с сорняками при возделывании кукурузы, свеклы и других пропашных культур.

Агрегат бороновальный прополочный широкозахватный АБ-9 выпускается рядом предприятий Беларуси (Дрогичинский тракторoремонтный завод и др.) и предназначен для уничтожения сорной растительности в посевах зерновых, зернобобовых, кормовых и пропашных культур (кроме гребневых посевов). Агрегат эффективен в фазе нитевидной стадии развития корневой системы сорняков, для борьбы со снежной плесенью, рыхления поверхностного слоя и разрушения почвенной корки на связных и заплывающих почвах с целью регулирования водно-воздушного режима в корнеобитаемом слое. Преимуществом перед существующей технологией борьбы с сорняками является то, что данный процесс является экологически чистым и не требует применения гербицидов.

Биологические средства защиты растений. Наряду с химическими средствами зашиты растений интенсивно разрабатываются биологические методы. Различие между биологическими и химическими методами состоит в том, что в качестве химических средств используются вещества, а в качестве биологических – существа, способные к размножению

Биологические средства защиты растений используют в настоящее время для борьбы с вредителями растений. В качестве таких средств применяются паразиты членистоногих и хищники. В настоящее время ведется интенсивная работа по поиску и созданию новых эффективных биологических средств и способов биологической защиты растений. Наилучшие результаты достигнуты в борьбе с членистоногими. Для защиты от болезней растений некоторое применение получили антибиотики, но в большинстве случаев они не имеют преимуществ перед химическими средствами. Для борьбы с сорными растениями эффективных средств пока не найдено, только в отдельных случаях имеются некоторые виды насекомых, избирательно уничтожающих отдельные сорняки. В большинстве случаев при отсутствии химических средств защиты растений стоимость сельскохозяйственной продукции пока возрастает в 2–3 раза, что связано с рядом трудностей, так как биологические объекты являются менее стандартизованными, чем химические. Такой известный препарат, как дендробациллин, содержащий споры *Bacillusthurengiensis*и обладающий широким спектром действия на членистоногих, является, скорее, химическим препаратом, поскольку действует в виде токсина – вещества.

Перспективным методом защиты растений от членистоногих является использование половых феромонов для привлечения особей другого пола и уничтожения их на приманочных участках. Кроме того, феромоны можно использовать для дезориентации особей

другого пола. Возможно также использование лучевой стерилизации самцов для уменьшения популяции вредителей. Однако феромоны являются химическими веществами, и их можно в равной степени отнести как к биологическому, так и к химическому методу борьбы. Положительными их свойствами являются отсутствие отрицательного действия на полезных насекомых, человека и животных, отсутствие загрязнения окружающей среды (феромоны применяются в основном в ловушках, которые убирают после применения). Кроме того, большинство феромонов практически нетоксичны для человека и животных. Недостатком феромонов является их узкая специфичность действия. Для некоторых видов насекомых применение феромонов дает наилучший эффект. Предполагают, что биологические средства борьбы с вредителями составят около 6 % от всех применяемых пестицидов.

Наиболее перспективной является интегрированная защита растений с использованием всех возможных средств защиты растений с учетом биологических особенностей вредителя и его врагов. Это позволяет в некоторых случаях удешевить защиту растений, однако в современном виде борьба с массовыми вредителями – саранчой, луговым мотыльком – может успешно осуществляться химическими средствами.

Приведен далеко не полный перечень мероприятий, умелое применение которых может играть существенную роль в регуляции численности вредных организмов и уровня их вредоносности. Безусловно, каждые природно-климатическая зона, тип почв, направление деятельности хозяйства, уровень вредоносности болезней и фитофагов определяют порядок применения агротехнических и физико-механических способов защиты растений. Важным условием применения новых методов следует считать необходимость планомерного ведения всех сельскохозяйственных работ и, разумеется, необходимость обращать больше внимания на обработку почвы и прочие агротехнические мероприятия. Представляется перспективным первостепенное применение отдельных элементов рассмотренных мероприятий в отрасли садоводства и плодоовощеводства с целью получения экологически безопасной продукции. Желательно, чтобы сельхозпроизводители понимали реальную роль нехимических методов защиты растений и творчески их применяли.

Технологии с использованием эффективных микроорганизмов.

Увлечение интенсивным земледелием, принципы которого применялись как сельхозпроизводителями, так и дачниками на протяжение всего XX в., привело к сокращению площади плодородных земель. По статистике ООН, около 20 млн. га пахотной земли ежегодно полностью деградирует и становится непригодной для выращивания растений. В связи с этим активно позиционируется принципиальное изменении подхода к возделыванию земли. ЭМ-технология стала одним из форпостов нового направления – так называемого «природного земледелия».

ЭМ-препаратысодержат полезные микробы, находящиеся в устойчивом неактивном состоянии, предназначенные для длительного хранения и применения. О необходимости внедрения ЭМ-технологий в земледелие заговорили около трех десятков лет назад, когда обнаружилось катастрофическое истощение посевных площадей во всем мире. К подобной ситуации привела интенсивная агротехника, популярная в XX в., с широким использованием агрохимикатов. ЭМ-препараты предназначены для того, чтобы исправить тяжелое положение дел с плодородием земель. Бактерии – самые древние живые организмы на нашей планете. Они существовали уже тогда, когда еще не было ни растений, ни животных. И именно эти микроскопические жители Земли произвели первый плодородный слой, сделав земную кору пригодной для жизни растений.

В состав ЭМ-препаратов входят многочисленные штаммы молочнокислых и фотосинтезирующих бактерий, несовершенных грибов из классов дрожжевых, актиномицет и других почвообразующих; они привносятся с сырьем для приготовления концентрата. В концентрате препарата его «население» присутствует в виде спор, поэтому концентрат в закрытой таре в подходящих условиях (в темноте при температуре от +15 до +25 ºС) хра-

нится неограниченно долго. Инициаторами пробуждения эффективных микроорганизмов являются (в порядке последовательности действия):

- свет;
- влажность (разбавление водой);
- температура (от +(3–4) до +(25–27) ^{o}C);
- питательная затравка (сахара);
- свободный кислород;
- питательная среда.

Без микроорганизмов никакое плодородие невозможно в принципе, сколько бы удобрений не закладывалось в почву. Только они выполняют следующие важнейшие функции:

- разложение и минерализация растительной и животной органики;
- фиксация в почве азота;
- окисление сероводорода и аммиака;
- восстановление азотнокислых и сернокислых солей;
- осаждение марганцевых и железных соединений;
- синтез аминокислот, витаминов и энзимов в почве.

Таким образом, бактерии и грибки являются своеобразной биохимической фабрикой по производству питательных соединений, которые впоследствии используются растениями. Именно микроорганизмы могут считаться настоящими земледельцами.

Существует прямая зависимость между плодородием почвы и количественным и видовым составом почвенной микрофлоры. Чем больше микроорганизмов, тем плодороднее грунт. В ризосфере (корнеобитаемом слое) «жирного» чернозема их насчитывается десятки миллиардов в 1 г почвы.

Суть ЭМ-технологии состоит в том, что для восстановления и поддержания плодородия почвы в нее постоянно вносятся микроорганизмы, участвующие в почвообразовательном процессе. Живые культуры бактерий и грибков выращиваются в специальных лабораториях и в концентрированном виде вместе с питательной средой представляют собой ЭМ-препараты.

В сущности, ЭМ-технология является древнейшим изобретением: брожение (ферментация) органической питательной среды на тесто, пиво, квас, вино – это действие эффективных микроорганизмов (ЭМ). ЭМ-агротехнология отличается тем, что в препаратах для нее используются совместно бактерии и грибы, штаммы которых тщательно подбираются. В результате применение ЭМ-препаратов дает поразительный эффект: почва под высокоурожайными культурами не истощается, а, наоборот, выходит на максимум плодородия в данных климатических условиях и в дальнейшем поддерживает его без систематического внесения минеральных удобрений. Растения же приобретают устойчивость к болезням и вредителям, позволяющую свести использование пестицидов к эпизодическим случаям. По сути дела, ЭМ-технология создает несуществующие в дикой природе устойчивые биоценозы, жизнестойкость которых направлена не на выживание под давлением конкурентов, а на максимальное производство сельхозпродукции.

Целенаправленная разработка ЭМ-препаратов началась в 20-е годы прошлого века в СССР под руководством Н. И. Вавилова. В 70-е годы работы по ЭМ-технологии были возобновлены под руководством И. А. Мазилкина, но до опытов на полях дело не дошло, однако материал по теме был накоплен колоссальный.

В России первым ученым, который занялся внедрением ЭМ-препаратов в сельскохозяйственную практику, стал доктор медицинских наук Петр Аюшеевич Шаблин (бурятский ученый, врач, разработчик российской ЭМ-технологии, создатель микробиологических удобрений «Байкал ЭМ-1», «Тамир»). Он писал: «ЭМ-технология – это технология оздоровления окружающей среды. Если среда больная, сам человек здоровым быть не может». В России и странах СНГ новые методы земледелия пока не получили широкого распространения среди сельхозпроизводителей. Они по инерции продолжают использовать интенсивную агротехнику с активным применением пестицидов и минеральных

удобрений. Однако среди дачников методы природного земледелия и ЭМ-препараты становятся все более популярными.
ЭМ-препараты также являются единственным средством, которое способно помочь в восстановлении полностью «убитого» грунта на старых пашнях, в садах и огородах. Эффективные микроорганизмы очень быстро делают бесструктурную почву комковатой и плодородной, нормализуют кислотность, снижают степень засоленности, уничтожают патогенную флору и разрушают накопленные продукты распада ядохимикатов.

При переходе на технологию природного земледелия с использованием ЭМ-препаратов можно за 4–5 лет превратить мертвую неплодородную землю в живую, способную приносить отличные урожаи.

Самый старый и испытанный ЭМ-препарат в России – знаменитый «Байкал ЭМ-1». Помимо него существует масса аналогичных по составу и действенности средств. В настоящее время можно купить множество видов ЭМ-концентратов: Байкал ЭМ, Возрождение, Восток ЭМ, Гумат ЭМ, Нива ЭМ-1, Сияние, Слокс, Тамир, Эмбионик-08, Эмикс, ЭМ Курунга, Эмочка и др. Простые ЭМ-препараты также возможно приготовить своими руками из подручного сырья. Наиболее популярен Байкал ЭМ, так как именно с него началось промышленное производство ЭМ-концентратов. Из концентрата Байкал ЭМ можно делать не только компосты, но также эффективное удобрение и профилактическое средство защиты растений (СЗР), не токсичное и безопасное. Кроме того, однажды приобретенный концентрат Байкал ЭМ легко «размножается» в домашних условиях. Однако мелким садоводам-огородникам, работающим на хронически истощенных почвах, не меньшее внимание следовало бы обратить на Восток ЭМ и его аналоги по составу (табл. 28).

Довольно высокие цены на ЭМ-препараты не должны пугать. Они используются при очень большом разведении, и обычно одного флакона хватает на обработку стандартных шести соток в течение всего сезона.

Любой из ЭМ-препаратов способен принести пользу растениеводу. Среди них нет «плохих» или «хороших». Но чем большее количество штаммов содержится в составе средства, тем больше пользы. В этом отношении «Восток ЭМ-1» обгоняет другие препараты.

В состав ЭМ-препаратов включают микроорганизмы, которые в природе обитают в почве. Соответственно, они дольше живут, быстрее размножаются и эффективней работают при помещении в естественную среду обитания – в грунт.

Для обработки почвы ЭМ-препараты используются следующим образом. Весной по поверхности грядки раскладывается органика (компост, перепревший навоз, срезанные ранние сидераты и т. д.) и неглубоко заделывается в грунт плоскорезом. ЭМ-препарат разводится по инструкции, почва поливается раствором. Грядка мульчируется для сохранения влажности и положительной температуры. Летом приготовленным ЭМ-раствором хотя бы раз в месяц поливаются грядки и приствольные круги. Осенью готовится теплая грядка на будущий сезон. Заложенная в нее органика обильно поливается ЭМ-раствором, присыпается землей и высоко мульчируется торфом, соломой или сухой листвой. Весной перед посадкой грядка вторично проливается ЭМ-препаратом. В конце зимы готовятся почвосмеси для рассады. Смесь обильно опрыскивается ЭМ-раствором и оставляется в теплом месте на 2 недели. После этого в нее можно сеять семена.

Микроорганизмам необходимы определенная температура и влажность. В открытом грунте обработки ЭМ-препаратами начинают после наступления устойчивых положительных температур и прогрева почвы.

Растения получать ЭМ-препараты могут как с поливной водой, так и в результате опрыскивания. Такие обработки выполняют следующие функции:

- защищают корни от патогенной почвенной флоры;
- способствуют лучшему усвоению питательных элементов из почвенного раствора;

- подкармливают растения биологически активными элементами – витаминами, аминокислотами;

- защищают наземные части растений от грибковых и бактериальных инфекций.

Каких-либо ограничений в отношении сроков или кратности обработок растений ЭМ-растворами не существует. Эти препараты абсолютно безопасны, и передозировки технически не может быть.

ЭМ-препараты подходят для опрыскивания и полива любых растений – овощных, плодовых, декоративных, комнатных. Работать с ними можно в течение всего сезона при теплой погоде (рис. 84).

Опрыскивание проводят при защите от прямых солнечных лучей, которые могут «сжечь» микроорганизмы.

ЭМ-препараты незаменимы для приготовления компоста, перегноя или жидких травяных удобрений

Чтобы микроорганизмы работали действительно эффективно, важны не только температурные условия и нормальная влажность почвы. Необходимо соблюдать основные принципы природного земледелия. Один из главных – отказ от глубокой обработки почвы с оборотом пласта. Также важно постоянно пополнять запасы органического вещества в почве. Органика – это «корм» для микроорганизмов. Еще один важный принцип – постоянное мульчирование поверхности грунта. Мульча поддерживает постоянную температуру и влажность почвы, защищает ее от выветривания и вымывания.

Особенно полезна для микроорганизмов органическая мульча, которая обеспечивает их дополнительным питанием, а растения – углекислым газом, необходимым для фотосинтеза.

ЭМ-препарат можно сделать самостоятельно. Например, многие пробуют использовать «рисовое молоко». Заливают водой четверть стакана сырого риса, перемешивают, сливают мутную водичку в банку и добавляют ложку сахарного песка. Накрывают и настаивают в теплом месте в течение недели. Затем разводят молоком в соотношении 1:10 и держат еще в течение недели в теплом месте. Полученную закваску разводят водой в соотношении 1:20 и используют для обработки почвы.

Главный секрет оригинального концентрата Байкал ЭМ заключается в составе травяного настоя, в который высеваются споры ЭМ. Он, насколько можно судить по доступным публикациям, производителями полностью не рассекречен. Наверняка, имеют значение и уникальные природные условия Прибайкалья. Тем не менее, базовый ЭМ-раствор, действующий аналогично Байкалу ЭМ, вполне возможно сделать своими руками, используя фирменный концентрат. Суть технологии такова: ЭМ дают размножиться в травяном настое и ставят их сообщество на грань выживания. Они отмирают, оставляя споры, которые и являются «спящим» новым раствором; храниться он может в течение сезона. Однако самостоятельно приготовленные ЭМ-препараты менее эффективны. В домашних условиях невозможно добиться такого видового разнообразия микроорганизмов, которое предлагают лаборатории производителей ЭМ-препаратов (рис. 19).

Массовому внедрению ЭМ-технологий в агрикультуру мешает всего одно обстоятельство – величины положительных ЭМ-эффектов для конкретной культуры в определенных условиях возделывания пока еще точно и однозначно не предсказуемы. Большая агротехника, призванная обеспечивать продовольствием миллиарды людей, не может позволить себе такого риска. Но в личных приусадебных хозяйствах ЭМ-препараты применяются уже весьма широко, и тут обобщенный опыт мелких частников может оказаться бесценным, а самому хозяину использование ЭМ-препаратов даст обильный экологически чистый урожай, предоставит существенную экономию на агрохимии и возможность со временем применять ее лишь эпизодически в экстренных случаях.

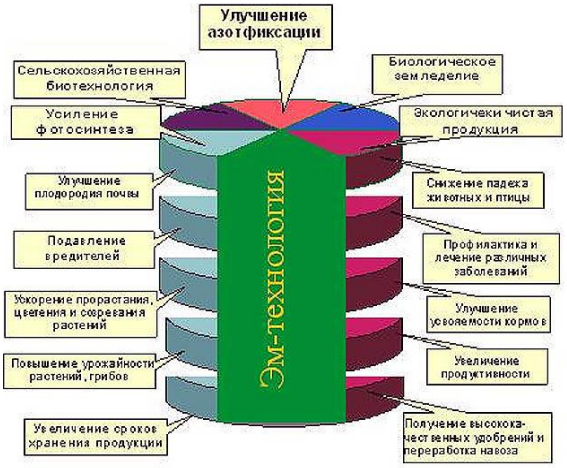


Рисунок 19. Положительные эффекты от применения ЭМ препаратов

Одновременно ЭМ-технологиями в бедной собственным продовольствием Японии заинтересовался ТеруоХига. Результаты опытов сибиряков публиковались в открытой печати. Доктор Хига дополнил их собственными капитальными наработками и в 80-е годы смог приступить к широкомасштабным опытам на продуктивных площадях. Их результаты превзошли ожидания. В 90-е годы группа Хига и российские ученые вступили в тесный контакт, и в Российской Федерации было налажено массовое производство ЭМ-препаратов. В настоящее время исследования ЭМ-технологий с ориентацией на большую агротехнику ведутся во всем мире.

Принципиально новый компост. Если считать NPK основными элементами питания растений, то жизненно важные – углерод, водород и кислород (CHO); без них невозможен органический синтез. Растения получают CHO в виде воды и углекислого газа, последний – из атмосферного воздуха, но не сверху, а снизу. В нижних 10–40 см воздуха над подстилающей поверхностью содержание CO_2 может превышать таковое на высоте более 1,5 м в 3–15 и более раз; именно поэтому так вредно спать на полу.

На открытом воздухе «нижний» CO_2 поступает преимущественно из почвы. Для нормальной жизнедеятельности растений крайне важно не только содержание в почве NPK, но и соотношение в ней активного углерода и азота, поэтому азотные удобрения играют существенную роль. В почве обычной продуктивности отношение C:N составляет примерно 11:1, а оптимальное для растений отношение C:N – 25:1. Это приспособительный фактор, позволяющий растениям постоянно иметь наготове резерв жизненных сил.

Обычный компост имеет отношение C:N, равное 2:1. В ЭМ-компосте C:N = (30–70):1. Соотнесем со «среднепочвенным», получим (41–81):2 = (20,5–40,5):1. Нижнее значение – это уже почти что оптимум. Верхнее – растения насыщены, но не чрезмерно: избыточный прирост ботвы возможен, однако до потерь урожая и накопления нитратов в плодах еще очень далеко. Наоборот, налицо будет, скорее всего, некоторый прирост урожайности вследствие увеличения ассимилирующей поверхности.

Низкое отношение означает, что C:N< 15, высокое – C:N > 35, очень высокое – C:N > 50. И это не случайно: ведь отходы – это выделения, части или целые отмершие живые организмы, уже оптимизировавшие свой состав. В процессе созревания обычного компоста под действием случайных ферментаторов то C, то N оказывается в избытке и улетучивается в виде углекислого газа и аммиака. Элементы питания растений в созревшей массе присутствуют в виде как хелатов, так и минеральных солей; соотношение тех и других нестабильно в зависимости от состава отходов и созревания массы. ЭМ-препарат создает самодостаточный микробиоценоз, фактически полностью перерабатывающий то, что уже ушло из жизни, в хелатные формы питательных веществ, наиболее пригодные для усвоения живыми автотрофами, которые плодами своей жизнедеятельности кормят гетеротро-

фов, в том числе и нас с вами. В этом и состоит выраженная уже более-менее научно идея Н. И. Вавилова и Н. В. Тимофеева-Ресовского.

Профилактическое действие на болезни и вредителей растений также способен оказывать препарат Байкал ЭМ-5. Он имеет следующий состав (в порядке ввода компонентов):

- чистая мягкая дехлорированная вода (лучше дистиллированная) – 600 мл;
- патока или сироп – 100 мл;
- уксус столовый спиртовой 9%-ный – 100 мл;
- спирт медицинский 96%-ный – 40 мл или 70%-ный – 55 мл;
- базовый раствор концентрата Байкал ЭМ – 100 мл.

В заданный объем спирта перед введением добавляют воду (до 100 мл). Вместо спирта можно ввести 100 мл 40-градусной белой водки (без добавок и ароматизаторов).

Полученный концентрат ЭМ-5 переливают в литровую или две по 0,5 л стеклянные бутылки, доливают дистиллированную воду до обреза голышка и затыкают пробками с газоотводами из медицинской иглы. Емкости для ферментации ставят в темное место с температурой от +28 до +35 °С. По окончании газовыделения (спустя 3–4 суток) газоотводы вынимают. Готовый концентрат хранится в темном прохладном месте до 6 мес.

Для применения концентрат ЭМ-5 непосредственно перед употреблением разбавляют водой или настоем растений, обладающих пестицидными свойствами: листьев (перьев) чеснока, грецкого ореха, подорожника, алоэ древовидного или вера, ботвы красного жгучего перца, моркови, травы тысячелистника. Травы пропускают через мясорубку, заливают теплой водой в соотношении 2:1 по объему и настаивают при комнатной температуре 2–3 дня в закрытой посуде в темном месте. Готовый настой во избежание брожения хранят в холодильнике в овощном отделении (не допуская замерзания).

Препаратом Байкал ЭМ-5 регулярно опрыскивают растения – 1–2 раза в неделю с начала распускания почек. Профилактическое разбавление концентрата – 1:500. Норма расхода контролируется визуально до появления на листьях сплошной пленки влаги. При появлении первых признаков заболевания или особей вредителей концентрацию увеличивают до 1:300 и опрыскивания проводят ежедневно. При необходимости концентрацию увеличивают до 1:100 и проводят 2–3 обработки. При отсутствии должного эффекта переходят к использованию пестицидов.

ТЕМА 14. Возделывание пропашных культур с возможностью снижения затрат

Повышение требования безопасности продуктов питания, экономической эффективности сельскохозяйственного производства, уменьшения воздействия на обслуживающий персонал и экологию обусловливают поиск, обоснование и создание новых технологий и технических средств для применения пестицидов. Значительные перспективы имеет ленточное внесение гербицидов с использованием перспективных решений.

Ленточное внесение гербицидов не является новым технологическим приемом. Однако появившиеся в последнее время новые элементы опрыскивающей техники, а также современные подходы к механизации растениеводства в целом и в частности к операциям опрыскивания позволяют повысить эффективность ленточного внесения пестицидов.

Сущность ленточного или полосового способа заключается в том, что тот или иной препарат вносят не на всю площадь поля, а только на ту ее часть, которую невозможно качественно обработать почвообрабатывающими орудиями, т. е. в защитные зоны рядков кукурузы, подсолнечника, сои и других культур шириной 20–35 см.

Возможно применение локальным способом и других препаратов. Некоторые опрыскиватели для послевсходовой обработки ядохимикатами в зоне рядка оборудуются специальными комплектами модели 23770 фирмы «TeeJet» (США).

Ленточное внесение гербицидов снижает опасность накопления остаточного количества препаратов при интенсивном их использовании, а в ряде случаев позволяет в севооб-

ороте обрабатывать некоторые культуры, не опасаясь отрицательного последействия гербицидов на чувствительные к ним последующие культуры. Ленточное внесение гербицидов целесообразно объединять с севом или культивацией. В этом случае распылители, ориентированные на расположение рабочих органов сеялки или культиватора, строго вносят препарат на обрабатываемый объект (ленточные полосы или растения).

Основными технологическими требованиями при ленточном внесении гербицидов в процессе культивации или посева являются:

- качественная подготовка почвы (мелкокомковатая структура);
- уничтожение проростков сорных растений в защитной зоне растений и на глубине прорастания сорных семян;
- минимизация контакта семян с почвенными гербицидами;
- оптимизация подачи рабочих растворов во влажный почвенный слой при сохранении сложившейся структуры капилляров.

Рассмотрим типичный пример ленточного внесения гербицидов в почву. Для внесения почвенных гербицидов, требующих заделки в почву, можно использовать обычные пропашные культиваторы, например, типа КРН, ширина захвата которых соответствует или кратна захвату сеялки. Культиваторы укомплектовывают стрельчатыми лапами для сплошной обработки почвы и оборудуют маркерами. Длину маркеров устанавливают такой же, как и на сеялке при посеве, чтобы при каждом проходе культиваторов стыковое междурядье было таким же, как и основные. На культиваторы навешивается оборудование для ленточного опрыскивания, включающее насос (с приводом от ВОМ, гидромотора или бортовой сети трактора с 12 V или 24 V), регулятор, систему управления и штангу с распылителями.

Кроме того, культиватор (рис.20) оборудуют маркером (следообразователем), который оставляет след для ведения посевного агрегата таким образом, чтобы сошники сеялки шли точно посредине обработанных гербицидом полос почвы.

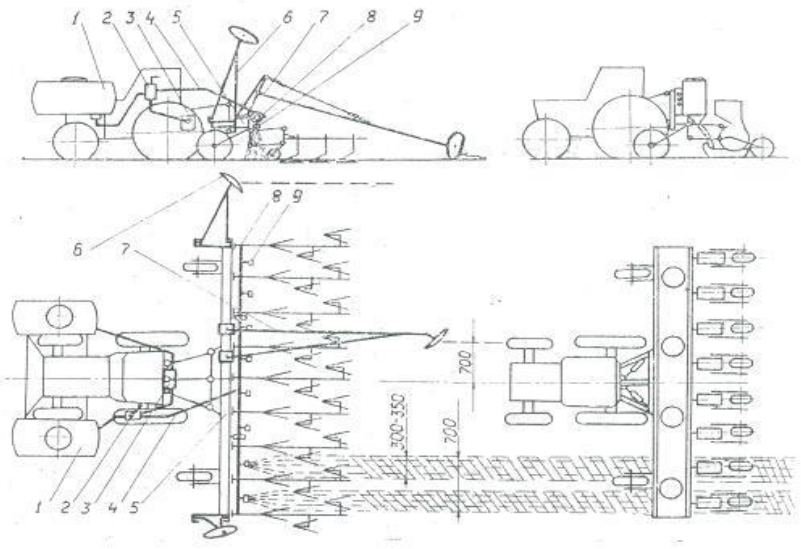


Рисунок 20. Схема технологического процесса предпосевной культивации почвы с ленточным внесением гербицидов в зону рядка: *1* – емкость опрыскивателя; *2* – регулятор давления; *3* – шестеренный насос на ВОМ; *4* – шланги от насоса; *5* – брус рамы культиватора; *6* – маркер; *7* – следоуказатель; *8* – штанга; *9* – распылители

Место установки следообразователя на раме культиватора выбирают в зависимости от принятого в хозяйстве способа вождения посевного агрегата по правому колесу трактора (как показано на рисунке) или посредине трактора (по пробке радиатора); возможно вождение и по специальному визиру, установленному на тракторе. Учитывая развитие точ-

ного земледелия, вместо следообразователя эффективно использовать GPS-оборудование с системой параллельного вождения или автопилоты с точностью вождения до 2,5 см. Штангу с распылителями крепят перед лапами культиватора на высоте 25 см от почвы, что обеспечивает внесение пестицида на ширину 30–35 см.

Для применения послевсходовых (страховых) гербицидов во время междурядной обработки опрыскиватель агрегатируют с пропашным культиватором. При этом распылители устанавливают на раме культиватора таким образом, чтобы гербицидом обрабатывалась полоса защитной зоны рядка.

В последнее время с целью экономии средств наряду с ленточным внесением гербицидов вносят ленточным способом жидкие комплексные удобрения непосредственно при посеве пропашных культур, например кукурузы.

Данный агрегат включает два комплекта опрыскивающего оборудования, каждый из которых имеет свою независимую подачу рабочей жидкости и систему управления от напряжения 12 V бортовой сети трактора.

ТЕМА 15. Ресурсосберегающие технологии уборки зерновых и зернобобовых культур

Уборка всего выращенного урожая без потерь является важной народнохозяйственной задачей. В хозяйствах Республики Беларусь для этого имеются реальные возможности. Однако задача остается сложной и требует комплексного подхода, при котором важнейшими являются техническое обеспечение, технологическое использование комбайнов, организация работ и ответственность специалистов.

В ближайшем будущем продолжится тенденция сокращения количества применяемых комбайнов при одновременном росте их производительности. Это будет способствовать сокращению уборочного периода до агротехнически обоснованного. Будет повышаться и урожайность убираемых посевов зерновых и зернобобовых культур, что потребует еще более ответственного отношения к использованию уборочной техники.

Опыт ряда ведущих хозяйств с использованием при уборке комбайнов различных моделей подтверждает значительные возможности полноты сбора урожая. При соблюдении условий настройки и правильной эксплуатации комбайны современных моделей отечественного и импортного производства способны обеспечивать полноту сбора урожая. Наблюдаемые отклонения урожайности в условиях отдельных хозяйств могут объясняться техническими возможностями различных моделей комбайнов, то в большей степени навыками и ответственностью комбайнеров.

При планировании и проведении уборочных работ важно учитывать складывающиеся условия и физико-механические характеристики убираемых растений. Перспективным технологическим приемом является работа на повышенной высоте среза, что способствует увеличению производительности комбайнов и улучшению условий обмолота и очистки зерна от примесей.

Важнейшим условием успешной работы комбайнов без потерь урожая является правильная настройка механизмов жатки, молотилки и очистки. В настройке узлов жатки имеются определенные моменты, касающиеся стеблеподъемников, мотовила и других механизмов, правильная настройка которых позволяет избежать потерь зерна. Соответствующая настройка зазоров и частоты вращения молотильного аппарата позволяет обеспечить полноту вымолота и создать условия для последующей эффективной очистки зерна без потерь урожая.

Применяемые системы электронного контроля за работой узлов и механизмов комбайна позволяют оперативно управлять процессом, не допуская превышения потерь урожая сверх установленных нормативами. При этом важным является ответственное отношение комбайнера к своим обязанностям на всех этапах работ.

Основной причиной механических потерь за жаткой и молотилкой является срок экс-

плуатации и техническое состояние комбайнов, а причинами биологических потерь служат количество комбайнов, их техническое состояние и, соответственно, сезонные нагрузки. В развитых странах крупные сельхозпроизводители определяют темпы уборки выращенного урожая не через количество зерноуборочных комбайнов, а с учетом возможностей зернохранилищ выполнить очистку и сортировку зерновых культур для дальнейшего хранения.

Исследованиями, проведенными в Советском Союзе и за рубежом, доказано, что при уборке зерновых потери могут достигать 30 % от выращенного урожая и являются главным образом следствием сроков уборки, особенностей уборки полегших и засоренных массивов, технологического несовершенства уборочной техники. Поэтому основным содержанием агротехнологий является своевременное выполнение каждой операции.

Проблема уменьшения потерь выращенной продукции всегда была и остается актуальной для сельхозпроизводителей.

Агротехнические требования к уборке зерна. Потери зерна за валковой жаткой допускаются до 0,5 %. Валки должны быть подобраны полностью. Допустимые потери зерна за подборщиком - до 1 %, за молотилкой комбайна - не более 1,5 %. Дробление фуражного зерна при обмолоте допускается не более 2 %, семенного - не более 1 %. Дробление семян зернобобовых и крупяных культур не должно превышать 3 %.

Прямое комбайнирование начинают, когда 90-95 % зерна находится в конце восковой - начале полной спелости, а стебли пожелтели. Влажность зерна должна быть не больше 20 %. Высоту среза устанавливают в зависимости от их густоты, состояния растений и длины стеблей. Для поникших растений высоту среза уменьшают на 10-30 %, а для хлебов с подсевом многолетних трав или зеленым подгоном ее устанавливают не менее 18-20 см. Чистота зерна в бункере должна быть не ниже 95 %.

Потери зерна в соломе и полове не должны превышать 1 %, за жаткой при скашивании прямостоящих хлебов - 1 %, а полегших и поникших - 1,5%.

Допустимые общие потери зерна при уборке раздельным способом не должны превышать 2,5 % на прямостоячем стеблестое и 3,5 % на полеглом, а при прямом комбайнировании - 2 % на прямостоячем и 3 % на полеглом.

Важно провести уборку в лучшие агротехнические сроки, так как при затягивании сроков зерно осыпается, к тому же увеличиваются его потери за комбайнами. Попытки значительно сократить сроки уборки за счет увеличения количества уборочной техники приводят к увеличению расходов на дополнительное приобретение техники, ее эксплуатацию и амортизацию, поэтому необходимо определить наилучшие сроки уборки и состав комбайнового парка.

Несмотря на широкое использование, постоянное совершенствование и модернизацию зерноуборочных комбайнов и других машин, входящих в уборочный комплекс, традиционные технологии уборки имеют существенные недостатки. При влажности зерна 17-22% создаются наиболее благоприятные условия для качественной уборки (кондиционная влажность - 14-15 %).

Засоренность посевов отрицательно сказывается на работе зерноуборочной техники. При наличии зеленых сорняков увеличиваются потери и влажность зерна. Засоренность оценивают по количеству сорных растений в срезанной массе. Засоренность в зоне среза до 5 % не влияет на работу зерноуборочной техники. При засоренности 5-26 % увеличиваются потери зерна, но уборка возможна на пониженной скорости и при соблюдении режимов работы. Если засоренность посевов превышает 26 %, то качественная работа уборочных машин невозможна. Поэтому борьба с засоренностью посевов - важнейший резерв повышения урожайности и эффективности использования зерноуборочных машин.

В производственной деятельности сельхозпроизводители могут использовать различные экспериментальные и теоретические методы определения урожая. Первый, экспериментальный, - подсчет как следствие завершения определенного технологического процесса. Второй - расчетный прогноз допустимых биологических потерь для конкретной

культуры в условиях конкретного фермерского хозяйства, района, региона.

Потери зерна разделяют на механические и биологические. В общем случае механические потери являются следствием нарушения технических и технологических наладок, регулировок комбайнов и несоблюдения технологии уборки: скорости движения, подачи хлебной массы в молотилку и др. Биологические факторы являются следствием нарушения сроков уборки и зависят от временного фактора. Механические потери подсчитывают после проведения уборки, а биологические могут рассчитываться и прогнозироваться еще до ее начала.

Механические потери зерна подразделяются на следующие виды:

- прямые (безвозвратные, которые остаются в поле или на пути к хранилищу);
- побочные (зерно повреждено при обмолоте).

Прямые потери - это фактические потери:

- за жаткой (свободным зерном, срезанным колосом, несрезанным колосом);
- подборщиком (свободным зерном, срезанным колосом);
- очисткой (свободным зерном в полове);
- соломотрясом (свободным зерном в соломе);
- молотилкой (недомолот в соломе и полове);
- через щели и уплотнения (свободным зерном).

Побочные потери- это потери, которые появляются в результате следующих процессов:

- измельчения, плющения, шелушения;
- повреждения зародыша, оболочки зерна.

Современные зерноуборочные комбайны по техническим характеристикам допускают до 1,5 % потерь ведущих комбайностроительных фирм мира и до 2,5 % отечественных. Как показывают исследования и многолетняя производственная практика, на величину технологических потерь влияют многие объективные и субъективные факторы, в частности, агробиологические характеристики обмолачиваемой массы, качественные показатели технической и технологической наладки. Агробиологические характеристики являются определяющими и доминирующими, поэтому их необходимо учитывать при планировании уборки и прогнозировании потерь.

Большое практическое значение для планирования уборочных работ имеют особенности прохождения фаз развития зерна. Продолжительность фаз развития и характер прохождения очень изменчивы и характеризуются не только видовыми и сортовыми особенностями культуры, но и в значительной степени внешними природными условиями. Так, продолжительность фазы воскового созревания в южных и степных районах в жаркую и сухую погоду может сокращаться до 3-4 дн., а в увлажненных районах продолжается до 20 дн. После полного созревания начинается период перезревания зерна. В этот период зерно снижает свои биологические, технологические, биохимические, физико-механические, посевные и пищевые качества, легко осыпается, что в конечном итоге приводит к резкому снижению биологического урожая.

Уборку каждой культуры нужно завершить за 5-7 дн. после наступления полной спелости зерна

Механические потери являются доминирующими в условиях, когда сезонная нагрузка на комбайн не превышает нормативную или соответствует 10 дн. работы. В условиях превышения нормативной нагрузки к механическим потерям добавляются биологические, которые могут превышать механические в 3-10 раз.

При уборке зерновых оптимальное начало уборки должно быть основано на двух предельных ограничениях: биологическом и техникохозяйственном. Биологические ограничения уборки урожая необходимо начать в момент достижения максимального биологического урожая и завершить в очень сжатые сроки для предотвращения потерь зерна от самоосыпания и снижения его качества от перестоя на корню или нахождения в валках.

Технико-хозяйственным ограничением выступает наличие необходимого парка убо-

рочных машин, транспорта, топлива и возможность хозяйств принять зерно на хранение.

Биологические и технико-хозяйственные ограничения должны быть оптимально сбалансированы с целью уборки максимального урожая. Наукой доказано и практически подтверждено, что самый вы раздельным способом в середине и в конце воскового созревания с влажностью зерна 28-30 %, которая считается наиболее благоприятной для скашивания хлебной массы в валки.

Каждая зерновая культура в силу своих биологических особенностей имеет свой оптимальный срок начала скашивания в валки. Продолжительность скашивания в валки составляет 3-4 дн. Оптимальным сроком считается 4 дн. для всех зерновых культур. Раздельный способ эффективен в том случае, если валки подобраны через 5-6 дн. после скашивания и завершены за 7-8 дн. Затягивание начала подбора заметно снижает урожайность. Наступление фазы полного созревания зерна означает переход к прямому комбайнированию.

Важнейшим показателем итоговых результатов работы на полях является урожайность. Урожайность снижается к концу основного периода уборки. В этом процессе проявляются и возможные потери зерна от самоосыпания.

На величину потерь зерна при затягивании сроков уборки влияют культура, сорт, природно-климатические условия в период уборки или зона выращивания зерновых культур.

В последнее время начали широко использовать удельные показатели. Так, для характеристики зависимости величины потерь зерна от продолжительности уборки используют показатель величины потерь зерна за каждые сутки перестоя или за каждый час перестоя после наступления полной спелости зерна (табл.39).

Таблица 39 – **Потери зерна при уборке после наступлении полной спелости за каждые последующие сутки**

Культура	Средняя величина потерь зерна	
	кг/га	% от урожая
Озимая пшеница	36,2	1,15
Озимая рожь	26,6	1.02
Яровая пшеница	21.6	1,14
Яровой ячмень	29,2	1,24
Овес	39,5	1,38
Среднее по зерновым	30,0	1,20

Общепринятой считается методика определения потерь по срокам уборки от одной начальной фактической урожайности при полной спелости зерна, что дает величину потерь с нарастающими темпами. К сожалению, при таком методе невозможно проследить динамику измерения потерь изо дня в день.

Для колосовых культур наибольшие потери происходят с 8-го по 15-й день после наступления полной спелости зерна, до и после этого срока ежедневные потери меньше. Поэтому уборку каждой культуры нужно завершить за 5-7 дн. уборки после наступления полной спелости зерна.

Оптимальные технологии предусматривают выбор таких операций и техники, которые обеспечивают минимум потерь в отношении максимального урожая. Работа машин при выполнении технологических процессов регламентируется и определяется качественными, количественными и временными показателями. Качественные показатели при уборке характеризуются высотой среза, качеством обмолота и очистки, наличием полегшей массы и др. Количественные показатели - это расход топлива на единицу продукции, часовая, дневная, сезонная производительность. Но наибольшее влияние на потери урожая имеют временные параметры. Преждевременные или поздние сроки выполнения отдельных видов работ приводят к недобору или значительным потерям урожая. Наиболее рациональные технологические приемы и режимы работы, оптимальные технологические регулиро-

вания и квалифицированная техническая эксплуатация современных зерноуборочных машин могут обеспечить высокоэффективное использование техники и качественное выполнение рабочего процесса в оптимальные агротехнологические сроки.

Все современные зерноуборочные комбайны ведущих производителей оснащаются автоматизированной системой контроля (АСК) технических показателей и технологических параметров работы основных агрегатов, систем, механизмов технологического процесса комбайнирования. В условиях реальной эксплуатации при выходе из строя АСК ее работоспособность по разным причинам может не восстанавливаться.

Контроль механических потерь зерна является тактической задачей инженерного менеджмента. В организационном плане контроль качества уборки урожая представляет собой совокупность методов, средств контроля и исполнителей, взаимодействующих с объектами контроля по определенным правилам. Поэтому проблему уменьшения потерь и получения качественного зерна необходимо рассматривать как комплексную систему на всех этапах технологического процесса уборки зерновых культур. Понятие качества уборки необходимо рассматривать не только через качество продукции (зерновой и незерновой части), а более обобщенно, через качество механизированных работ на отдельных операциях. Работу каждой машины или группы машин необходимо оценивать согласно агротехнологическим требованиям через обобщенный показатель - уровень механических и биологических потерь урожая.

ТЕМА 16. Ресурсосбережение при возделывании и заготовке кормов из трав и силосных культур

В структуре полных затрат энергии для различных видов животных и птицы на долю кормов приходится 58-92 %. В денежном выражении доля затрат на них также составляет более половины стоимости животноводческой продукции. Важнейшими направлениями энергосбережения в кормопроизводстве являются следующие:

- снижение затрат энергии на реализацию процессов производства и использования кормов;
- сохранение питательных веществ корма;
- эффективное использование обменной энергии корма для производства продукции животноводства.

При заготовке кормов экономию топлива до 10-20 %, снижение потерь питательных веществ и энергозатрат можно получить за счет:

- полной загрузки тракторных агрегатов и использования косилок с соответствующей шириной захвата в зависимости от урожайности и объема прицепов;
- скашивания в утренние часы;
- сокращения времени нахождения скошенной травы в поле;
- активного ворошения один-два раза в день, а при прессовой заготовке в тюки - внесения химических консервантов.

При заготовке силоса и сенажа повышение качества корма и снижение затрат топлива на 10-15 % обеспечиваются за счет:

- точного соблюдения длины резки;
- кратчайших сроков загрузки хранилищ;
- уплотнения и герметизации массы.

Основным критерием энергетической эффективности процессов в кормопроизводстве и кормоприготовлении является энергозатратность кормов.

Сведения об энергозатратности кормов приводятся в специальных справочных таблицах. Однако они носят приближенный характер и справедливы при соблюдении технологии возделывания и уборки кормов и прочих равных условий. Существенные различия

энергозатратности кормов по общей питательности и обменной энергии для конкретного вида животных говорят о необходимости комплексного решения вопросов растениеводства и животноводства в хозяйстве. Так, например, кормовая свекла благодаря хорошему выходу обменной энергии сохраняет свои позиции и место как в структуре севооборотов, так и в рационах дойных коров.

Зеленая масса. Наименьшей энергозатратностью обладает зеленая масса злаковых и бобовых трав. Однако эффективность ее использования во многом зависит от применяемых технологий. При выборе между стравливанием пастбищ и организацией зеленого конвейера с доставкой зеленой массы на ферму необходимо учитывать энергетические затраты на уборку и транспортировку, которые не должны превышать потери обменной энергии корма животными на пастбище, связанные с перегоном, а также воздействием различных стрессобразующих факторов. Необходимо отметить, что эффективность использования зеленой массы на пастбище существенно повышается от применения электрической изгороди, которая не только облегчает труд людей, но и вынуждает животных полностью поедать траву на огороженном участке. Применение технологии получения травяной муки связано с высокими (до 230 кг топлива на 1 т муки) затратами энергии. В то же время данная технология сохраняет свою актуальность, например, для птицеводческих предприятий, когда иные способы насыщения витаминами рационов не доступны.

Сено. Снижения затрат топлива при скашивании травостоя можно добиться за счет правильной регулировки режущего аппарата косилок и полевых измельчителей, своевременной заточки ножей, установки

оптимальной ширины захвата, скорости движения рабочего агрегата и др. Ускорение процесса сушки и сохранение питательных веществ сена обеспечиваются установкой на косилке плющильных аппаратов.

Технология заготовки сена в измельченном виде при полевой сушке позволяет снизить совокупные затраты энергии в 1,2-1,5 раза по сравнению с технологиями заготовки рассыпного и прессованного сена. Активное вентилирование при досушивании сена, провяленного в поле до влажности 35-45 %, несмотря на дополнительные затраты энергии позволяет существенно повысить обменную энергию и снизить общую энергозатратность данного корма. Использование пленочного объемного коллектора для подогрева воздуха при активном вентилировании дает дополнительную экономию электроэнергии. Необходимая теплопроизводительностьгелиоколлектора обеспечивается при удельной его площади, равной примерно 120 $м^2$ на 10 т сена.

Сенаж является одним из наиболее энергоэффективных и удобных способов заготовки кормов. Преимущество данного метода обеспечивается сочетанием невысоких затрат энергии (до 15 л топлива на 1 т корма) с высокой сохранностью и доступностью питательных веществ. Заготовка сенажа строго нс привязана к погодным условиям, как заготовка сена, а закладывать на сенаж можно трудносилосуемые культуры. Существуют также примеры закладки сенажа в бурты на открытых бетонированных площадках. Одним из энергоэффективных способов заготовки сенажа является его упаковка в полимерные рукава в рассыпном виде, а также обмотка рулонов полимерной пленкой.

Преимущество данного метода заключается в уменьшении потерь питательных веществ при закладке и использовании корма, а также в снижении затрат энергии на некоторые технологические операции в процессе приготовления и раздачи кормов.

Закладка кормов в сенажные башни обеспечивает высокую сохранность питательных веществ за счет правильной и быстрой загрузки и разгрузки. Однако сенажные башни представляют собой комплекс сложного и дорогостоящего оборудования, а энергозатратность сенажа в сенажных башнях выше, чем сенажа в траншеях, в среднем на 0,5 кг условного топлива на 1 ц к. ед.

Силос. Недостатки традиционного способа силосования кукурузы на корм общеизвестны. Использование современной кормоуборочной техники отечественных и зарубежных производителей обеспечивает высокую степень измельчения кукурузных зерен, что в

сочетании с применением высокоэффективных раннеспелых сортов позволяет отказываться от закладки «мокрого» силоса по традиционной технологии и убирать кукурузу на корм в более поздние сроки. Уборка кукурузы и фазе восковой спелости зерна, когда растения накапливают 95-98 % от максимально возможного содержания сухого вещества, позволяет получать высококачественный, хорошо усваиваемый корм с энергосодержанием 10,7 МДж (0,90-0,92 к. ед.) на килограмм сухого вещества при минимальных потерях питательных веществ, не превышающих 13-15 %. Кислотность такого корма ниже, чем традиционного силоса, а сохранность и доступность питательных веществ выше. Такая технология существенно расширяет возможности применения кукурузы, которая в данном случае выступает гарантом сбалансированности рационов сельскохозяйственных животных.

Кроме того, уборка массы с невысокой влажностью снижает затраты энергии на привод машин, транспортировку, погрузку и другие операции (до 20 кг/га). В то же время нельзя затягивать сроки уборки, поскольку сырая погода осенних месяцев провоцирует развитие грибов и другой нежелательной микрофлоры на растениях, что приводит к порче корма. Внесение химических консервантов и биологических заквасок при любом способе закладки кормов дает существенный энергетический эффект: повышается питательная ценность кормов, снижаются потери при их использовании.

Важным фактором энергосбережения является правильное использование корма в сенажных и силосных траншеях. Применение фрезерных машин обеспечивает равномерную разгрузку хранилищ и исключает возможность потерь корма как в физическом виде (под колесами трактора), так и в виде потери питательных веществ в результате аэробного сбраживания разрыхленной массы. В то же время по энергоемкости применение фрез сравнимо с использованием грейферных погрузчиков Также получают распространение грейферные погрузчики, ковши которых снабжены ножами, обеспечивающими отрезание слоя корма без разрушения оставшейся в траншее массы корма.

Зерно. Примером энергосберегающсго подхода являются новые технологии послеуборочной обработки фуражного зерна, при которой наиболее энергоемким процессом считается его сушка. Всего в республике на фуражные цели расходуется более 5 млн. т зерна, для сушки которого необходимо от 12 до 16 кг условного топлива на тонну в зависимости от типа зерносушилки. Более экономичные зерносушилки М-819, СЗШ-8, СЗШ-16 расходуют около 12 кг условного топлива. Следовательно, необходимо использовать экономичные сушилки и экономичные режимы сушки, в том числе импульсной, с использованием вторичных ресурсов. Перспективным может стать способ сушки зерна методом активного вентилирования с помощью озоновоздушной смеси. Разработана также технология химического консервирования зерна пропионовой кислотой и другими химическими соединениями. При этом влажное зерно, обработанное консервантом (до 25 кг на 1 т), сохраняется 1,0-1,5 года. Для механизации данного процесса применяют мобильные агрегаты с приводом от ВОМ трактора, которые обеспечивают плющение зерна, внесение консервантов и упаковку в специальные полимерные рукава. Используют также шнековые смесители для концентрированных кормов с небольшими удельными затратами энергии (около 0,15-0,20 кВт • ч на 1 т зерна).

Белорусские ученые, следуя мировым тенденциям, разработали и освоили комплекс машин и технологий для ресурсоэффективного кормопроизводства:

- сенажа в рулонах или крупногабаритных тюках с упаковкой в стрейч-пленку или пленочный полимерный рукав;
- сенажа и силоса из измельченной массы с упаковкой в полимерный рукав большого диаметра.

Ключевыми техническими средствами технологий являются машины для упаковки силосной и сенажной массы в полимерный рукав УСМ-1, упаковщик рулонов в рукав РПР-1, обмотчик рулонов сенажной массы из провяленных трав пленкой ОР-1.

Среди прессовальной техники все большее распространение получают рулонные пресс-подборщики ПРФ-110, ПРФ-145, ПРФ-180, ПРН-145.

Существенно снизить энергозатратностьзерносодержащего корма можно путем безобмолотной уборки и переработки биологической массы (зерно-травяной или зерно-соломистой) в зерносенаж. По имеющимся в литературе данным, при использовании такой технологии наряду с экономией энергоресурсов увеличивается выход питательных веществ с 1 га на 20-40 %.

ТЕМА 17. Ресурсосбережение при возделывании и уборке картофеля, льна и свёклы

Проблема трудоемкости при возделывании картофеля, льна и свеклы. Технологические схемы уборки

Уборка картофеля, свеклы и льна является одним из самых трудоемких процессов в технологии возделывания. В сжатые сроки необходимо выкопать, очистить от примесей, перевезти и заложить на хранение большое количество продукции. Уборка усложняется тем, что в это время необходимо выполнять большой объем других сельскохозяйственных работ. Чтобы не допустить потерь урожая, необходимо выдержать оптимальные сроки уборки, от продолжительности которых зависит напряженность работ. Ранняя уборка ведет к недобору урожая и плохому хранению клубней и корнеплодов, запаздывание может вызвать большие потери из-за ранних заморозков и плохой работы уборочных машин при повышенной влажности почв.

Картофель убирают при физиологической зрелости и при температуре почвы не ниже 10 °С. При более низкой температуре возрастает повреждаемость клубней при уборке. Оптимальными сроками массовой уборки картофеля обычно являются следующие:

- для ранних сортов - на 90-100-й день от времени посадки;
- для среднеспелых - на 110-120-й день;
- для позднеспелых - на 130-140-й день.

Продолжительность уборки каждого сорта должна составлять нс более 7-10 дн.

К процессу уборки картофеля предъявляют определенные агротехнические требования. Перед уборкой должна быть убрана ботва. На семенных участках ботву убирают за 12-15 дн. до уборки клубней, на продовольственных - за 5-7 дн., а на участках, занятых сортами, устойчивыми к механическим повреждениям - за 2-3 дн. При уборке ботвы клубни не должны извлекаться на поверхность почвы. Потери на уборке не должны превышать 3 % от собранного картофеля. Количество поврежденных клубней допускается не более 10 %. Машины должны подкапывать клубненосный пласт на полную глубину и ширину залегания клубней Ширина валка при раздельной уборке не должна превышать 90 см. При уборке картофелеуборочными комбайнами чистота клубней в таредолжна быть не менее 90 %.

Полное разрушение клубня (появление трещин) происходит при встрече с металлической или деревянной поверхностями при скорости соударения 10 м/с и выше. При анализе повреждений учитываются разрывы длиной по хорде больше 20 мм.

Уборка сахарной свеклы. По урожаю сухого вещества свекла занимает лидирующее место среди других сельскохозяйственных культур. По своему положительному воздействию на экологию поле сахарной свеклы превосходит лес на идентичной площади. Оптимальных результатов при возделывании свеклы можно добиться только при высокой общей культуре земледелия. Эго особенно касается качественного выполнения всех полевых работ в оптимальные агротехнические сроки. Допущенные ошибки и недостатки впоследствии трудно исправить даже при самых высоких затратах. Современная технология возделывания свеклы позволяет свести к минимуму затраты на возделывание и достичь высоких экономических показателей. Основной операцией при возделывании свеклы является ее механизированная уборка с требуемым качеством и минимальными затратами.

Цель уборки свеклы - сбор корнеплодов и ботвы с наименьшими затратами и потерями качества во время хранения и переработки. Календарный срок начала уборки сахарной свеклы определяется потребностью сахароперерабатывающих заводов и в условиях Республики Беларусь обычно начинается в конце сентября. Массовый срок уборки наступает при достижении биологической (технологической) зрелости корнеплодов и приходится примерно на начало октября. Уборка корнеплодов должна быть завершена до наступления устойчивой температуры воздуха ниже 5 °С и промерзания почвы. Необходимо провести уборку свеклы в такой срок, который обеспечит незначительные потери при механизированной уборке, наименьшие повреждения почвенной структуры уборочной техникой и несущественные потери при хранении продукции. Качество уборки свеклы в основном определяется оптимальной высотой среза ботвы, минимумом повреждений корнеплодов, наименьшими потерями корней и разрушениями почвенной структуры. Качественные показатели определяются отраслевым регламентом «Возделывание сахарной свеклы». Выполнение регламентов позволяет получать сахаристость корнеплодов более 16 %. При уборке свеклы общие потери корнеплодов на поле не должны превышать 7 %. Данный показатель определяется взвешиванием неподкопанных и утерянных корнеплодов в трехкратной повторности на длине 20 м по ширине захвата свеклоуборочной машины. На этом же участке поля определяется наличие подрезанных и раздавленных корнеплодов. Их количество не должно превышать 10 %. Отходы сахаристой массы в ботве должны быть не более 3 %. Допускается загрязненность корней зеленой массой ботвы и сорняками до 5 %.

В зарубежной практике рекомендуется не менее пять раз за смену контролировать качество уборки и потери на площади 10 м^2 (на длине 3,7 м при работе шестирядной машины).

Технологические показатели качества урожая ухудшаются при следующих условиях:

- наличии в ворохе большого количества корнеплодов с необрезанной или плохо обрезанной головкой;
- подвяливании в результате задержки с вывозкой корнеплодов;
- подмерзании корнеплодов.

Заготовка льнотресты. Уборка льна льнотеребилками и льнокомбайнами должна отвечать следующим требованиям:

- полное теребление прямостоящих стеблей льна-долгунца длиной от 40 см и более;
- чистота теребления прямостоящего льна не менее 99 %, сильно полеглого льна не менее 95 %;
- повреждение стеблей (разрыв) не более 5 %;
- потери семян при теребении не более 2-3 %;
- растянутость снопов машинной вязки не более 40 %, разостланной ленты не более 20 %;
- перекос стеблей в ленте не более 20^0;
- при уборке льнокомбайнами чистота очеса не менее 98 %, отход стеблей в путанину не более 3 %, потери семян не более 5 %, повреждения семян не более 1 %.

Интенсификация сельского хозяйства, повышение эффективности всех его отраслей, увеличение производства и улучшение качества продукции обусловливают возрастающие потребности в энергии.

ТЕМА 18. Перспективы ресурсосбережения при возделывании энергетических культур

Энергетические культуры — сельскохозяйственные культуры, выращиваемые для энергетических нужд.

Традиционными энергетическими культурами в мировом масштабе являются кукуруза и сахарный тростник, которые выращиваются для производства этанола. Они применяются для производства биоэтанола.

Для производства биомассы можно использовать различные травы: мискантус (серебряная трава, слоновья трава), просо прутьевидное (лат. *Panicum virgatum,* англ. *switchgrass*) и другие.

Урожайность мискантуса до 10—12 тонн на гектар (примерно эквивалентно 36 баррелей нефти). Выведены гибриды мискантуса с урожайностью до 60 тонн с гектара.

Стебли кукурузы можно использовать для производства топливных пеллет. Также в качестве топлива на электростанциях можно использовать отходы сельского хозяйства, например, солому.

Различные культуры могут использоваться для производства биогаза.

Для производства биодизеля используются растения с большим содержанием липидов. В условиях Республики Беларусь для этих целей подходит выращивание крестоцветных культур (рапс, сурепица и др.).

*Ресурсосберегающие технологии при уборке масличных и технических культур.*В Беларуси внедрены в практику высокоурожайные сорта и гибриды озимого и ярового рапса, устойчивые к осыпанию и полеганию, что позволяет провести уборку урожая с минимальными потерями. Прямая уборка зерноуборочными комбайнами проводится при наступлении технической спелости: стручки сухие, семена черной окраски, шуршат в стручках при встряхивании, влажность их составляет не более 18-25 %, нижняя часть стебля зеленоватая. При полном созревании зерна не раздавливаются пальцами и шелестят в стручках. Влажность при этом составляет ориентировочно 9-10 %. Зрелые стручки рапса раскрываются при механическом воздействии на них мотовилом комбайна или сильном ветре. Потери семян при небрежной или несвоевременной уборке могут достигать 50 %. Поэтому очень важно выбрать оптимальный срок уборки и провести тщательную настройку комбайна. Производительность и качество уборки зависят от потерь зерна за жаткой комбайна. Они могут составлять до 90 % всех потерь. Чтобы свести к минимуму потери при уборке, ее проводят с использованием специальных приспособлений при высоком срезе стебля.

Уборка за 8 дн. до полной спелости рапса вызывает потери в размере 2-5 ц/га и снижает содержание масла на 3-4 %. Слишком ранний срок уборки усложняет обмолот. Более влажные части стеблей снижают в значительной мере пропускную способность комбайна, забивают подбарабанье молотильного аппарата, решета очистки и приводят к более высоким зеленым примесям и продукте уборки со всеми отрицательными последствиями. При слишком ранней уборке происходит также обратное увлажнение семян Более влажные семена и части соломы сплющиваются в молотильном аппарате, отдавая при этом свою влагу более сухим семенам. При этом обратное увлажнение может составлять до 4%. Так как стручки среднего и низкого ярусов, которые позже созревают, более урожайные, чем раньше созревающие стручки в верхнем ярусе, ранняя уборка усложняет нс только обмолот, но и вызывает большие потерн урожая.

Уборку желательно проводить на высоком срезе (нс менее 30 см), что повышает производительность комбайна, снижает потери семян и уменьшает засоренность и влажность вороха. Расчеты показывают, что увеличение высоты среза на каждые 10 см приводит к снижению массы поступающей соломистой части приблизительно на 10 %. Для крестоцветных культур с учетом повышенной влажности стеблей эта величина еще больше.

Высота среза при уборке выбирается с учетом особенностей растений. Параметры крестоцветных культур характеризуются общей высотой растений и расстоянием нижнего бокового побега от почвы.

В соответствии с обобщенными данными по возделываемым в Республике Беларусь сортам и гибридам рапса, высота растений в среднем составляет около 140 см. Среднее расстояние от почвы до нижнего бокового побега, определяющее возможную высоту среза без потери урожая, находится в пределах 39,3-47,6 см. Изменчивость значений этого параметра по коэффициенту вариации составляет 25,6-32,7 % и более высока, чем для высоты растений. Эти данные в пределах 40-50 см могут служить ориентиром для настройки

жатки на высоту среза, при этом срез должен производиться на 2-5 см ниже уровня нижнего яруса стручков (рекомендация Д. Шпаара).

Выбор рабочей высоты среза связан со многими обстоятельствами. Приведенные средние значения недостаточно учитывают особенности убираемых культур. Различные виды растений имеют разное соотношение «зерно:солома». Для рапса это соотношение значительно выше, чем для зерновых культур, и составляет 1:2,5-4,0 (среднее 1:3). Поэтому при обычном срезе на обмолот в комбайн поступает больше соломистой массы, чем зерна. Особые проблемы часто возникают при уборке рапса и других крестоцветных культур, у которых к моменту уборки нижняя часть стеблей имеет влажность до 73,3-75,2 %. Влажность средней части стебля составляет 47,4-49,0 %, в то время как семена имеют влажность 14-28 %. Поступление влажной стеблевой массы затрудняет обмолот и последующую очистку семян.

С целью повышения производительности комбайнов и создания условий для предотвращения потерь следует отдавать преимущество вариантам работы с повышенной высотой среза. При этом следует учитывать вид убираемой культуры и реальное состояние посевов. В перспективе при условии эффективного технического обеспечения возможна уборка части площадей методом очеса растений на корню.

Следует отметить, что минимизировать потери рапса при комбай- нировании невозможно без помощи рапсовой приставки. Применение приспособления для уборки рапса позволяет наращивать стол жатки. Активные боковые делители с беспальцевыми режущими аппаратами четко обрезают убираемый рапс по краю загонки, при этом может потребоваться корректировка требуемой высоты среза для исключения подачи на обмолот излишней стебельчатой массы.

В сочетании с рапсовыми отражателями это сводит потери семян рапса до минимума. Применение приставки позволяет уменьшить потери урожая до 2,5 % и сэкономить в среднем 0,7 л/га дизельного топлив. С точки зрения эффективности предпочтение отдают прямому комбайнированию с рапсовой приставкой, которое имеет следующие преимущества:

- повышение урожайности рапса вследствие уменьшения потерь на поле (потери до 5 %);
- экономия на скашивании в валки;
- после дождя рапс быстрее высыхает в стеблестое, чем в валке.

Раздельная уборка рапса, как правило, связана с большими потерями и проводится на посевах с большой степенью засоренности сорняками, а также при неравномерном созревании посевов. При подборе валков используют зерноуборочные комбайны с подборщиком.

В реальности большинство растений ко времени уборки наклоняется или полегает. В этих случаях при уборке применяют стеблеподъемники. При этом следует обеспечить условия несгруживания растений перед стеблеподъемниками. При использовании существующих конструкций это наблюдается довольно часто, особенно в условиях засоренности полей и повышенной влажности растений. У существующих стеблеподъемников угол установки рабочей поверхности постоянный, что не полностью соответствует условиям совместной работы стеблеподъемников и граблин мотовила.

Частота вращения вала мотовила должна быть минимально необходимой для беспрепятственного поступления стеблей на платформу жатки. Режим работы мотовила должен быть наиболее «мягким», так как при повышенной частоте вращения планки будут обмолачивать созревшие стручки. Зубья мотовила должны неглубоко погружаться в скашиваемую массу. Для снижения числа разрушаемых стручков мотовило жатки должно быть смещено несколько назад и вверх, что позволяет предотвратить падение скошенных стеблей вперед по ходу жатки и их потерю.

Окружная скорость планок мотовила должна соответствовать поступательной скорости уборочной машины или несколько превышать ее, но не более чем в 1,05-1,10 раза (на 5-10

%). Положение мотовила рекомендуется отрегулировать и уточнить в пробных заездах. Мотовило должно слегка подталкивать растения, но не прочесывать их.

Следует также уточнить шаг между стеблеподъемниками, уменьшение которого затрудняет рабочий процесс подачи растений на жатку. Для уменьшения вероятности перетирания массы на платформе жатки в зависимости от количества подаваемой биомассы устанавливают расстояние между витками шнека и днищем в пределах 15-20 мм.

При уборке рапса в первую очередь стоит учитывать, что растения наклоняются в сторону, листья и стебли верхней части подсыхают и образуют своеобразный переплетенный растительный ковер. Рапс хорошо убирается и в ночное время, что дает возможность эффективнее использовать технику. Важными аспектами являются правильная регулировка и постоянный контроль за работой механизмов комбайна, в том числе особый контроль за засорением решет очистки и соломотряса.