



КОНСЕРВАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебник для сельскохозяйственных
производителей и их инструкторов

Кишинев-2020

Авторы:

Борис БОИНЧАН, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук

Леонид ВОЛОЩУК, доктор хабилитат биологических наук

Михаил РУРАК, доктор сельскохозяйственных наук

Юрие ХУРМУЗАКИ, доктор экономических наук

Григоре БАЛТАГ, доктор экономических наук

Координатор учебника:

Юрие ХУРМУЗАКИ, заместитель директора Федерации фермеров Молдовы FARM, доктор экономических наук

Рецензенты:

Александру СТРАТАН, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук, профессор университет

Андрей ГУМОВСКИ, доктор сельскохозяйственных наук, конференциар университет

Георге ПАНФИЛ, сельскохозяйственный производитель

Ответственный за издание:

Редактор: Виктория Акимова-Круду

Данный учебник был разработан при финансовой поддержке Международного фонда сельскохозяйственного развития (IFAD) в рамках программы «Сельская экономика-климатическая устойчивость» (IFAD VI), внедряемой Консолидированным Управлением по Внедрению Программ IFAD (UCIP-IFAD). Учебник распространяется бесплатно.

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений и условных обозначений.....	
ВВЕДЕНИЕ.....	
1. ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ.....	
1.1. Проблемы, с которыми сталкиваются сельское хозяйство Республики Молдова и всего мира.....	
1.2. Деградация почвы, опасность загрязнения грунтовых вод и продуктов питания по всей пищевой цепи в условиях глобализации экономики.....	
1.3. Ухудшение экономической, экологической и социальной ситуаций в хозяйствах из-за несоответствия цен на промышленные товары и сельскохозяйственную продукцию.....	
1.4. Рост негативных последствий глобального потепления на фоне участвовавших периодов засухи и других стихийных бедствий.....	
1.5. Дезинтеграция сельских сообществ и рост неинфекционных заболеваний среди населения.....	
1.6. Зависимость аграрного сектора Республики Молдова от климатических изменений.....	
2. КОНСЕРВАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – МЕТОД АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА.....	
3. КОНЦЕПЦИЯ, ПРИНЦИПЫ И ПРИМЕНЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	
4. СЕВООБОРОТ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ.....	
5. УПРАВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ.....	
5.1. Преимущества покрытия поверхности почвы растительными остатками в консервативном сельском хозяйстве.....	
5.2. Приёмы, используемые в управлении растительными остатками.....	
6. ПОКРОВНЫЕ КУЛЬТУРЫ, ЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	
6.1. Необходимость и значение покровных культур в консервативном земледелии.....	
6.2. Виды покровных культур для условий Республики Молдова.....	
6.3. Технологические аспекты возделывания покровных культур.....	

6.4. Включение покровных культур в существующие фермерские хозяйства.....	
7. УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВОЙ С ЦЕЛЮ ЕЕ СОХРАНЕНИЯ.....	
8. КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВРЕДИТЕЛЯМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	
8.1. Влияние вредных организмов в консервативном сельском хозяйстве.....	
8.2. Консервативное земледелие - альтернатива традиционному сельскому хозяйству. Поддержка и продвижение консервативной сельскохозяйственной системы.....	
8.3. Системы обработки почв, способствующие регулированию плотности популяций вредителей.....	
8.4. Прогноз и предупреждение в защите растений.....	
8.5. Агротехнические методы защиты растений.....	
8.6. Использование тепловых методов в защите сельскохозяйственных культур.....	
8.7. Материалы, используемые при массовом отлове насекомых.....	
8.8. Народные способы и средства борьбы с болезнями и вредителями.....	
8.9. Меры защиты растений.....	
8.10. Методы профилактики в защите растений, применяемые в консервативном сельском хозяйстве.....	
8.11. Применение комплексной защиты растений в системах консервативного сельского хозяйства.....	
8.12. Роль и место биопрепаратов в системах консервативного сельского хозяйства.....	
8.13. Авторизованные средства защиты растений.....	
8.14. Комплексная защита зерновых культур.....	
8.15. Интегрированная защита зернобобовых культур.....	
8.16. Комплексная защита кукурузы и сорго.....	
9. КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОРНЯКАМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	
9.1. Предупредительные меры комплексного управления сорняками.....	
9.2. Агротехнические меры комплексного управления сорняками.....	
9.3. Применение гербицидов.....	
10. УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ РАСТЕНИЙ И УДОБРЕНИЯМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	

11. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.....	
11.1. Сеялки для No-till.....	
11.2. Оборудование для решения проблем уплотнения.....	
11.3. Оборудование для управления покровными культурами и растительными остатками.....	
12. ВНЕДРЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	
12.1. Обновление знаний о системе консервативного сельского хозяйства, особенно о борьбе с сорняками.....	
12.2. Анализ почвы с целью создания баланса питательных веществ.....	
12.3. Избегание почв с низкой проницаемостью.....	
12.4. Выравнивание поверхности почвы.....	
12.5. Устранение проблем, связанных с уплотнением почвы.....	
12.6. Производство максимального количества растительных остатков.....	
12.7. Приобретение сеялки для посева в условиях No-till.....	
12.8. Внедрение новой системы земледелия на небольшом участке земли.....	
12.9. Использование севооборота с покровными культурами.....	
12.10. Непрерывное изучение и отслеживание последних достижений науки.....	
13. ВНЕДРЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. КОНКРЕТНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	
14. ЗНАЧЕНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И ЗАЛУЖЕНИЯ.....	
14.1. Значение полезащитных полос.....	
14.2. Значение залужения многолетних насаждений.....	
15. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	
15.1. Экономическое обоснование использования консервативного сельского хозяйства.....	
15.2. Сравнительный анализ консервативного и традиционного сельского хозяйства.....	
15.3. Экономическое обоснование использования консервативного сельского хозяйства в Республике Молдова.....	
15.4. Влияние аграрной политики на консервативное сельское хозяйство.....	
15.5. Последствия для экономического и политического анализа.....	
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ	

БИБЛИОГРАФИЯ

Список сокращений и условных обозначений

КСХ - консервативное сельское хозяйство

КЗ – консервативное земледелие

AIPA - Агентство по интервенциям и платежам в области сельского хозяйства РМ

СТИС – Национальный Информационный Центр по Консервативным Технологиям

COLOR TRAP - автоматическая цветная ловушка

Покровные культуры - растения, высеваемые для почвенного покрытия и других целей в консервативном сельском хозяйстве

ТО - территориальные организации

GPS - глобальная система позиционирования

СФН - средства фитосанитарного назначения

ИСП - используемая сельскохозяйственная площадь

Scout - система предупреждения развития насекомых с помощью феромонных ловушек

IFAD (International Fund for Agricultural Development) - Международный фонд сельскохозяйственного развития

UCIP IFAD - Консолидированное Управление по Внедрению Программ IFAD

ПШФ - полевая школа для фермеров

METOS^R - автоматическая установка контроля численности вредителей

No-tillage, или No-till - система нулевой обработки почвы, исключительно внесение семян и удобрений

ФАО (FAO - The Food and Agriculture Organization of the United Nations) - Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН

FARM - Федерация Сельскохозяйственных Производителей Молдовы

P - фосфор

H - расстояние от лесозащитной полосы

IFOAM - Международная федерация органического сельскохозяйственного движения

КЗР - комплексная защита растений

ЭРВ - экономический порог вредоносности

ПГ – парниковые газы

ЭС - экосистема

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент сельское хозяйство Республики Молдова идет по пути революционной модернизации. Продиктовано это, в первую очередь, удорожанием невозобновляемых источников энергии и сопутствующих компонентов: минеральных удобрений, в том числе азотных, топлива, пестицидов, сельскохозяйственной техники. Происходит это в условиях высокого негативного воздействия технологий, использующих чрезмерную обработку почвы и отрицательно влияющих на окружающую среду, особенно на фоне участвовавших периодов засухи.

Традиционное земледелие ориентировано преимущественно на максимальную прибыль, поэтому не учитывает существенного снижения плодородия почв. Оно используется на огромных территориях, и, как правило, не обеспечивает стабильного развития отрасли, что приводит к углублению экономических, экологических и социальных проблем.

Новая модель аграрного развития, разработанная мировым сообществом, отвечает на те вызовы, которые стоят перед сельским хозяйством. Консервативное земледелие становится конкурентоспособным за счет сокращения производственных затрат и адаптации к изменению климата.

Консервативное земледелие - это устойчивая система сельского хозяйства, при которой происходит минимальное нарушение почвы. Поддержание постоянного почвенного покрова, покрытого слоем растений и органическими остатками, применение севооборота с широким спектром основных сельскохозяйственных культур, способствует сохранению почвы, природных ресурсов и восстановлению плодородия.

Однако, деятельность, направленная на расширение консервативного сельского хозяйства, несмотря на значительный вклад в решение экологических проблем и сохранение плодородия почвы, создает благоприятные условия для развития вредителей. Это диктует необходимость разработки новых подходов при использовании безвредных экологических средств защиты растений. В этом вопросе Республика Молдова достигла значительных успехов, применяя естественные механизмы контроля плотности популяций патогенных микроорганизмов и вредных насекомых.

В условиях консервативного земледелия, основным звеном которого является севооборот, роль обработки почвы и улучшение ее плодородия с помощью минеральных удобрений и химических средств против болезней, вредителей и сорняков, значительно снижается. Это подтверждают данные, полученные в результате многолетних полевых экспериментов.

Консервативное земледелие кардинально отличается от традиционного не только технологическими, экологическими, экономическими, но и социальными, и моральными аспектами. Новый вид сельского хозяйства появился благодаря наблюдениям и исследованиям фермеров, самостоятельно разработавших современные методы. Все, кто участвуют в этом процессе, несут огромную моральную ответственность из-за его адресной направленности. Успех обуславливается организованными действиями всех участников: фермеров, ученых, консультантов, агентов по развитию и т. д.

Данная работа - начало на пути внедрения консервативного сельского хозяйства. Авторы ориентировались на пожелания аграриев, одновременно учитывая опыт, изложенный в наиболее актуальных исследованиях известных ученых. В Учебнике также предоставлены расчеты по сравнительной оценке. По мнению составителей, эта работа станет «хорошим советчиком» для всех фермеров, обеспокоенных плодородием почвы в Молдове, и готовых передать почвы следующему поколению «здоровыми» и урожайными.

1. ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменение климатических условий на планете оказывает серьезное влияние на сельское хозяйство. Но следует признать, что и сельское хозяйство имеет значительное воздействие на климат. Известно, что глобальное потепление вызвано выбросом в атмосферу парниковых газов: CO₂, CH₄, N₂O и др. Поэтому наилучшим способом снижения средней температуры земли является рациональное управление почвами и культурами, которое позволяет сократить объемы выброса парниковых газов в атмосферу.

Все начинается с почвы. Без нее жизнь на Земле была бы невозможна. Английский ботаник, один из основателей концепции органического земледелия, сэр Альберт Говард в известном труде «Сельскохозяйственный завет», изданном в 1943 году, писал, что «колесо жизни» определяется взаимосвязью трех основных групп организмов: продуцентов, консументов и

редуцентов. Продуценты – это растения, которые благодаря хлорофилловым зернам получают солнечную энергию, превращая ее в органические соединения: белки, жиры, полисахариды и др. Консументы – люди и животные, которые используют растения. А затем, как продуценты, так и консументы, попадающие в почву, перерабатывают редуценты.

Роль почвенной биоты ранее была недооценена. Одним из основных факторов формирования почвы является растительность. Например, черноземные земли сформированы под обильной степной растительностью, состоящей из многолетних злаков с глубокой и разветвленной корневой системой. Было замечено, что из-за разложения этой системы и лабильных фракций органического вещества, высокие урожаи первых лет использования земель способствовали их ослаблению. Из-за обеднения чернозема и урожайность со временем становятся меньше. Это явление получило название в русском языке – «выпаханность почв», в румынском – «*sleirea puterii solului*», и в английском – «*worn-out soil*». Из-за смены многолетней растительности на однолетнюю и интенсивной распашки плугом с отвалом, черноземные почвы потеряли более 50% своих первоначальных запасов органических веществ в течение последних 100 лет.

Концепция «зеленой революции» в сельском хозяйстве, выдвинутая американским агрономом Норманом Борлаугом, работавшим в Международном институте пшеницы и кукурузы в Мексике, первоначально маскировала снижение органического вещества почвы значительным повышением урожайности. Основными тезисом «Зеленой революции» было то, что эффективность выращивания различных культур увеличивается при применении: новых сортов и гибридов с более высоким производственным генетическим потенциалом; минеральных удобрений; химических средств защиты растений от болезней, вредителей и сорняков; орошения; вспашки отвальным плугом и др. И так действительно происходило в 1940-1980-х гг. прошлого столетия. Но с середины 90-х началась тенденция к снижению урожайности во всем мире. Это подтверждает и 60-летний полевой опыт НИИ ПК «Селекция». Затем появились и другие негативные последствия, на которые ранее не обращали внимание.

В настоящее время сельское хозяйство сталкивается с трилеммой: продовольственная безопасность в условиях взрывного роста населения во всем мире, все более выраженное влияние глобального потепления и ограниченность невозобновляемых энергетических ресурсов. Таким образом, продовольствие, энергетика и изменение климата являются

наиболее острыми проблемами как на местном, региональном, так и на глобальном уровнях.

Исходя из этого, в сельском хозяйстве необходим новый подход к решению назревших проблем. Одним из них является восстановление плодородия почв. ФАО и ООН однозначно выступают за новую концепцию интенсификации сельского хозяйства вместо устаревшей «зеленой революции», которая господствует до сих пор. Тезис о том, что доминирующий способ ведения сельского хозяйства в настоящее время не работает, стал почти повсеместно предметом дискуссий между фермерами и государственными деятелями.

В данном Учебнике будут рассмотрены проблемы сельского хозяйства в Республике Молдова, а также возможные способы преодоления сложившейся ситуации.

1.1. Проблемы, с которыми сталкивается сельское хозяйство Республики Молдова и всего мира

Основной причиной возникновения и углубления системного кризиса в сельском хозяйстве остается упрощенный (редукционистский) способ решения сложных проблем. Долгое время человечество относилось к сельскому хозяйству как к области производства продуктов питания в мире с неисчерпаемыми природными ресурсами. Однако роль аграрного сектора более многофункциональна, особенно на современном этапе, в условиях глобального экологического кризиса. Поэтому для решения проблем в сельском хозяйстве необходимо учитывать взаимосвязь экономических, энергетических, экологических и социальных проблем. Основной задачей остается обеспечение продовольственной безопасности на местном, региональном и глобальном уровнях в условиях взрывного роста населения и изменения климата.

Проведенный в Республике Молдова анализ урожаев разных культур с 60-х годов прошлого столетия и до настоящего времени, констатировал их стагнацию, начавшуюся в середине 80-90-х годов, и выявил тенденцию к стабильному сокращению в последние 20-25 лет. Многолетние полевые эксперименты НИИ ПК «Селекция», где строго контролируются факторы роста и развития растений, также доказывают это.

Все это говорит о том, что стране необходима государственная программа не только по обеспечению безопасности пищевых продуктов, но и по снабжению продовольствием в

соответствии с медицинскими нормами потребления. Особенно это актуально в условиях участвовавших стихийных бедствий и периодов засухи. Одним из решений может стать разработка концепции интенсификации сельского хозяйства путем создания в каждом хозяйстве замкнутого, полного круговорота питательных веществ и энергии, полученной из возобновляемых источников местного происхождения. Примером могут служить природные экосистемы.

Согласно классификации Стивена Глиссмана, сделанной в работе Agroecology, изданной в 2000 году, агроэкосистемы и природные экосистемы различаются по следующим показателям.

Таблица 1.1. Различия между природными экосистемами и агроэкосистемами

Показатели	Природные экосистемы	Агроэкосистемы
1. Продуктивность	средняя	высокая
2. Трофическое взаимодействие	комплексное	простое, линейное
3. Видовое разнообразие	высокое	пониженное
4. Генетическое разнообразие	высокое	пониженное
5. Круговорот питательных веществ	закрытый	открытый
6. Стабильность (устойчивость)	высокая	низкая
7. Вмешательство человека	независимое	зависимое
8. Постоянство во времени	долгосрочное	краткосрочное
9. Гетерогенность среды обитания	комплексная	простая

Агроэкосистемы обладают более высокой продуктивностью благодаря вмешательству человека, который использует источники энергии и биофильные элементы извне. Такое вмешательство необходимо для обеспечения уровня производительности, связанного с упрощением трофических взаимосвязей, сокращением видового и генетического разнообразия, извлечением значительного количества энергии и биофильных элементов из круговорота. Из-за упрощения трофических взаимосвязей способность к самовоспроизведению и саморегуляции минимальна. А опасность потери урожая в результате болезней растений и поражения их вредителями, остается высокой даже при использовании химических веществ в “борьбе” с ними.

Из-за более упрощенного структурного и функционального строения, огромного дефицита энергии и питательных веществ, способность самовосстановления агроэкосистемы, по сравнению с природной, минимальна. Ее можно привести в равновесие только благодаря вмешательству извне, благодаря человеческому труду и инвестициям. Природные же экосистемы обладают способностью получать солнечную энергию, воду и питательные вещества самостоятельно, без дополнительной помощи. Они не теряют их из-за эрозии и выщелачивания, и используют все необходимое в полной мере из почвенной экосистемы, которая мало подвержена нарушению.

Для естественных экосистем, использование отвального плуга является катастрофой. В первую очередь, из-за его влияния на живые организмы в почве, например, на сеть грибных гиф, связанных с корнями растений и создающих микоризу, до сих пор недооцененную как фактор обеспечения растений водой и питательными веществами. Об этом более подробно будет сказано далее.

К сожалению, до сих пор не определены факторы, которые приводят к возникновению проблем в сельском хозяйстве, поскольку не выявлены точные причины. Болезни, вредители и сорняки, как правило, являются следствием ошибок, допущенных при чередовании культур. Упрощение севооборота, включая использование повторных и бессменных культур, или доминирование культур с аналогичными биологическими особенностями, ведут к необходимости чрезмерного использования химических средств. Рост числа болезней и вредителей связан и с сокращением биоразнообразия (мозаики) ландшафта из-за укрупнения полей, что важно при применении современных технологий, но уменьшает разнообразие на поверхности почвы и внутри нее.

Сожаление вызывает и тот факт, что исследования, связанные с сельским хозяйством, были разделены на несколько отдельных наук: защита растений, агрохимия, ирригация и т. д. Это привело к автономному изучению каждой наукой кратковременного воздействия на продуктивность и плодородие почвы. В результате, естественные природные циклы: круговорот воды, углерода, азота - использовались для орошения, внедрения удобрений, обработки почвы в отдельности, без общей интеграции в хорошо сбалансированную общую систему сельского хозяйства.

Устойчивой агроэкосистемой может быть только та, которая поддерживает природные ресурсы, на основе которых она существует, минимально зависит от искусственных ресурсов за пределами хозяйства, обладает внутренними механизмами управления болезнями, вредителями и сорняками, и восстановления в результате дисбаланса, вызванного обработкой почвы и уборкой продукции. Сельскохозяйственная наука и практика уже продемонстрировали возможность исключить из процесса обработку почвы, что позволяет сохранять биоразнообразие агроэкосистемы и компенсировать энергетический баланс почвы.

Обеспечение устойчивости развития связано не столько с технологическими, сколько с системными изменениями в каждом отдельном хозяйстве. Чем выше структурное и функциональное разнообразие, тем стабильнее и жизнеспособнее сельское хозяйство в целом.

Напомним, система устойчивого сельского хозяйства предполагает жизнеспособную систему урожайности с экономической и социальной ответственностью. Исходя из этого, основными принципами устойчивых агроэкосистем являются:

- минимальное использование искусственных материалов, приобретенных за пределами хозяйства;
- интенсивное использование возобновляемых источников энергии, преимущественно местного происхождения;
- обеспечение максимального круговорота энергии и питательных веществ в каждом хозяйстве;
- минимальное негативное воздействие на окружающую среду;
- повышение уровня урожайности без снижения долговременной производительности почвы;
- использование культур преимущественно местного происхождения, которые более адаптированы к местным климатическим условиям.

В пользу модели устойчивого развития говорят и факторы, оказывающие негативное влияние на деятельность аграриев:

- высокие и постоянно растущие цены на невозобновляемые источники энергии (нефть, газ и т. д.) и их производные (минеральные удобрения, пестициды);
- сокращение прибыли хозяйств, ее использование для закупок химических средств вместо вложений в восстановление плодородия почвы;

- повышение степени загрязнения и деградации окружающей среды;
- повышенные риски для здоровья производителей и потребителей.

Легко заметить, что все вышеперечисленное полностью соответствует основным принципам экологического (биологического, органического) сельского хозяйства. Не случайно, консервативное сельское хозяйство может использовать методы органического сельского хозяйства, и наоборот. Примером служит факт использования культур с аллелопатическим эффектом в качестве мертвой мульчи, которая не только защищает почву от эрозии и уменьшает испарение воды с ее поверхности, но и позволяет избежать использование гербицидов в “борьбе” с сорняками. Авторы учебника считают, что взаимообогащающие друг друга альтернативные системы ведения сельского хозяйства придут на смену традиционному земледелию, создавшему ранее немало проблем.

Общей чертой всех альтернативных систем земледелия является стремление к регенерации плодородия почвы, что представляется единственно верным решением для устойчивого развития сельского хозяйства. *Безусловным показателем плодородия почвы является органическое вещество почвы. При правильном управлении органическим веществом почвы обеспечивается устойчивое управление сельскохозяйственной экосистемой и хозяйством в полном объеме.*

В табл. 1.2 представлены расчеты производства продуктов питания в Республике Молдова в соответствии с минимальной потребительской корзиной.

Таблица 1.2. Производство продуктов питания в Республике Молдова согласно минимальной потребительской корзине в 2016 (источник: Статистический ежегодник за 2017 год)

Продукты питания	Площадь тыс. га; поголовье скота, тыс. голов	Урожай ность, т/га	Общее произ водство, тыс. тонн; тыс. штук	Годовое потребление на человека кг или литры, шт.	Годовое потребление на 3,5 млн чел. тыс. тонн	± по сравнению с нормой потребле ния
Озимая пшеница	371 ,3	3,49	1295,8	115,6	404.6	+891 ,2

Сахарная свекла (Сахар)	20,9	32,6	681,3	21,3	74,6	+14,0
Подсолнечник (Масло растительное)	362,4	1,87	677,7	10,1	35,4	+235,7
Картофель	20,7	10,4	215,3	78,9	276,2	-60,9
Овощи и продукты их переработки	28,3	9,7	274 ,5	112,5	393,8	-119,3
Фрукты, ягоды и продукты их переработки	134,6	5,3	713,4	80,0	280,0	+433,4
Мясо и мясные			1 84.3	24,6	86, I	+98,2
Дойные коровы (Молоко и молочные продукты)	128,0		462,1	115,0	402,5	+59,6
Яйца (шт.)	3972,0		673,5	230	805,0	-131,5

Анализ данных, представленных в Таблице 1.2, свидетельствует о явном несоответствии объемов годового потребления продуктов питания согласно медицинским нормами и их потребления фактического. Так, озимой пшеницы произведено вдвое больше, чем необходимо для производства хлебобулочных изделий. Цена этого перепроизводства не оправдана, поскольку озимые злаки размещают после поздноубираемых предшественников - кукурузы на зерно, подсолнечника, сои, повторных злаковых культур и др., с использованием избыточного количества минеральных удобрений, особенно азотных, и химических средств для “борьбы с болезнями, вредителями и сорняками”.

С другой стороны, полученный уровень производства далек от возможного, учитывая потенциал урожайности озимой пшеницы в Республике Молдова. Размещая культуру после благоприятных предшественников, таких как вика яровая или озимая, горох на зерно, люцерну 3-го года жизни после первого укоса и т. д., можно одновременно значительно повысить объемы получаемой продукции, уменьшить занимаемые площади и снизить затраты как на само производство, так и на защиту окружающей среды. Не оправдано и превышение в 6,7 раза производства подсолнечного масла по сравнению с потребностями населения Республики Молдова согласно медицинским нормам.

Все это способствует созданию довольно напряженной фитосанитарной ситуации, требующей чрезмерного использования химических средств в „борьбе с болезнями, вредителями и сорняками”. В то же время происходит деградация почв с рядом экологических и социальных последствий, которые трудно оценить сейчас, но которые, безусловно, способны привести к дестабилизации аграрного сектора и невозможности устойчивого развития в будущем.

В связи с этим видится необходимым увеличение площадей, занятых картофелем и овощами. А совершенствуя структуру посевных земель, можно увеличить производство продуктов животного происхождения. Все вместе это могло бы обеспечить продовольственную безопасность страны на данный момент.

Расширение площадей под кормовые культуры дает не только запас продуктов животного происхождения с добавленной стоимостью для экспорта, но и позволяет использовать вспомогательную продукцию, полученную при переработке в области растениеводства. Кроме этого, соблюдение севооборотов, сбалансированное использование удобрений и снижение избыточной обработки, создают реальные предпосылки для улучшения фитосанитарного состояния посевов и восстановления плодородия.

Не менее важным является и создание резервного фонда риска для обеспечения сельскохозяйственных производителей генетическим материалом в растениеводстве (семена) и в животноводстве (семенной материал). Для консервативной системы земледелия важнейшей проблемой является использование промежуточных культур.

Как говорилось ранее, еще одной насущной проблемой для сельского хозяйства всего мира являются постоянно растущие цены на ограниченные природные ресурсы, включая невозобновляемые источники энергии - газ, нефть, уголь. Поэтому интерес к альтернативной энергетике растет повсеместно. Для Республики Молдовы крайне важно увеличить долю энергии, получаемую с помощью фотоэлектрических и ветровых установок. А применение биомассы в качестве альтернативного источника не может мешать использованию растительных ресурсов для восстановления плодородия почвы. Если в одном хозяйстве совмещены растениеводство и животноводство, то абсолютно логичным будет употреблять навоз и для удобрения почвы, и для производства биогаза с последующим использованием отходов ферментации в качестве органического удобрения.

1.2. Дегградация почвы, опасность загрязнения грунтовых вод и продуктов питания по всей пищевой цепи в условиях глобализации экономики



Фото 1.1. Структура почвы в черном пару (слева) и в залежи (справа) до погружения в воду



Фото 1.2. Гидростабильность структурных агрегатов в залежи (слева) и в черном пару (справа) после смешивания с водой



Фото 1.3. Сравнительный анализ структуры почвы в залежи и под смесью люцерны с райграсом

В Республике Молдова известно более 44 видов деградации почвы. Основными факторами, которые ведут к утрате почвой экосистемных и социальных функций, являются некомпенсированные, минерализационные и эрозионные потери органического вещества. Они отрицательно влияют на урожайность биомассы, очистку воды и биоразложение загрязняющих веществ, среду обитания биоразнообразия биоты почвы по всей пищевой цепи, и на приобретение устойчивости к изменению климата с помощью секвестрации углерода в почве и т. д.

Аккумуляция углерода в более глубоких слоях земли позволяет уменьшить негативное воздействие засушливой погоды в условиях засухоустойчивых лет, поскольку происходит накопление повышенного количества «зеленой воды», что имеет решающее значение для предоставления экосистемных услуг.

Опасность возникновения дефицита воды особенно актуальна для деградированных почв, учитывая климатические изменения и опустынивание земель. Эти явления в будущем способны привести к потере влаги в более глубоких слоях почвы в период вегетации растений, что, в свою очередь, приведет к снижению урожайности зерновых культур.

Сохранение и рациональное использование воды в зоне распространения корневой системы имеет решающее значение для обеспечения стабильности и качества сельскохозяйственной продукции. **Восстановление здоровья почвы** в степных условиях в наибольшей степени соответствует целям в области устойчивого развития, продвигаемых ООН (2 - искоренение голода; 6 – обеспечение чистой водой; 13 – борьба с изменением климата и его последствиями и 15 – сохранение наземных экосистем).

Восстановление плодородия по всему почвенному профилю позволит сохранить углерод в биомассе и почве, тем самым смягчая последствия антропогенного изменения климата, что ведет к укреплению социально-экономической системы и улучшению состояния окружающей среды. Эту цель нельзя достичь без ведения рационального земледелия, которое предполагает **создание лесозащитных полос и водохранилищ** в соответствии с особенностями ландшафта в каждой сельской коммуне и каждом хозяйстве.

Севообороты с большим разнообразием базовых культур, включая многолетние травы, и рациональное удобрение почвы обеспечат максимальный ее покров в течение всего года. Это даст возможность восстановить плодородие почв, снизить загрязнение грунтовых вод, эффективно накапливать дождевые стоки, предотвращать наводнения и улучшать условия жизни в сельских общинах, что, в свою очередь, будет положительно влиять на здоровье людей.

1.3. Ухудшение экономической, экологической и социальной ситуаций в хозяйствах из-за несоответствия цен на промышленные товары и сельскохозяйственную продукцию

Из-за несоответствия цен на промышленные товары (горючее, минеральные удобрения, пестициды и т. д.) с одной стороны, и на услуги по транспортировке, переработке, хранению и реализации сельскохозяйственной продукции с другой, доля возвращенного в хозяйства дохода, вне зависимости от площади и форм собственности на землю, неуклонно снижается. Чтобы выжить в условиях ожесточенной конкуренции на рынке продуктов питания, фермерские хозяйства должны постоянно расширяться. Фундаментальным экономическим законом стал принцип: «Укрупняйся или обанкротишься». Это в корне противоречит принципам устойчивого развития аграрных хозяйств. Вынужденное

подчинение жестким требованиям рыночной экономики приводит к ухудшению состояния окружающей среды и ведет к нестабильности сельских общин.

Фактически, сельское хозяйство переняло промышленную модель развития, которая опирается на крупные предприятия, что совсем не характерно ни для крестьянского уклада, ни для всего аграрного сегмента. Крестьянское хозяйство не может одновременно быть ориентировано на рынок и на получение прибыли, и нести ответственность за воспроизводство внутренних ресурсов (восстановление плодородия почвы), от которых зависит устойчивая урожайность. Метод использования промышленных ресурсов доказал свою неспособность восстанавливать плодородие почв.

Аренда небольших сельскохозяйственных угодий является одной из самых чувствительных проблем и создает барьер на пути к устойчивой системе сельского хозяйства. Арендаторы не несут ответственность за состояние почвы, что при отсутствии государственного мониторинга и мотивации сельхозпроизводителей, способствует интенсивному ее вырождению. Требованием времени стал поиск новых форм организации использования сельхозугодий, которые придут на смену ассоциациям с ограниченной ответственностью, доказавшим свою неэффективность с точки зрения устойчивого землепользования. Человек сделал ставку на чудо-решение проблем с помощью химии, механической обработки и орошения почвы, но пренебрег ее биологической сутью.

Поэтому вмешательство и радикальные изменения необходимы сразу по двум направлениям: в увеличении производства продуктов питания за счет снижения зависимости от производственных ресурсов, и в маркетинге, обеспечивающем связь между производителями и потребителями. Чрезмерная индустриализация в сельском хозяйстве значительно снижает рыночную конкурентоспособность аграриев из-за отсутствия необходимой справедливости, и способствует увеличению доли произведенных продуктов, что неблагоприятно сказывается на здоровье людей.

В сельском хозяйстве Республики Молдова складывается тревожная ситуация, вызванная тем, что промышленные предприятия завышают цены на продукцию химического синтеза. Согласно результатам, полученным в полевых опытах НИИ ПК «Селекция» по изучению систем удобрения, рост урожайности за счет минеральной подкормки различных культур (озимая пшеница, сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза на зерно) значительно ниже,

чем прирост, необходимый для возмещения стоимости удобрений. Не говоря уже о затратах, связанных с их внесением в почву.

Актуальность восстановления плодородия почвы при помощи альтернативного земледелия связана и с тем, что доля азота минеральных удобрений в формировании урожайности колеблется от 20% до 25%. Другими словами, соотношение биологического (почвенного происхождения, из органических остатков и из атмосферы) и технического азота (из минеральных удобрений) в общем выносе сельскохозяйственными культурами составляет 4:1 или 5:1. Отсюда следует, что изменение пропорций различных культур в структуре посевных площадей в Республике Молдова имеет решающее значение для перехода к системе устойчивого сельского хозяйства. Высокая доля пропашных культур приводит к ухудшению экономического, экологического и социального состояния в селах.

Утрата наземного и подземного биоразнообразия почвы, включая генетическое.



Фото 1.4. Дождевые черви после разных предшественников озимой пшеницы: вико-овсяной смеси (справа) и смеси люцерны с райграсом на зеленую массу (слева)

К сожалению, биоразнообразие почвенной биоты по всей пищевой цепи изучено слабо, как и ее функциональность. Поэтому сохранение черноземных почв, находящихся на грани исчезновения, является не только вопросом регионального, но и глобального интереса. Потенциал секвестрации (поглощения) черноземами углерода несравнимо выше, чем у других типов почв. Соответственно, и потенциал воздействия на снижение глобального потепления гораздо больше.

По данным НИИ ПК «Селекция», черноземные пахотные почвы в сравнении с целинными, за многие годы их использования потеряли в 1-метровом слое до 50 и более процентов запаса углерода (органического вещества почвы). Нерациональное управление земельными ресурсами вызывает деградацию грунтов, загрязнение воды, сокращение количества и разнообразия опылителей, потерю естественной биологической способности бороться с болезнями и вредителями, потерю генетического разнообразия растений и животных. Однако, все можно радикально изменить при правильном управлении ситуацией в соответствии с требованиями к устойчивому развитию почвенных и водных ресурсов Республики Молдова.

Специалисты обеспокоены и снижением биоразнообразия культивируемых видов. Генетически модифицированные сорта и гибриды не способствуют увеличению разнообразия биоты почвы. К тому же не изучены нарушения, которые могут происходить под их воздействием, что также влияет на функциональность чернозема.

Следует отметить, что использование генетически модифицированных семян является продолжением концепции «зеленой революции». Это напрямую связано с необходимостью использования в больших количествах минеральных удобрений и пестицидов, которые, как известно, активно и неблагоприятно воздействуют на всю пищевую цепь: почва-растения-животные-человек. В этом контексте очень важным является восстановление **системы отечественного семеноводства**, при которой производятся семена с использованием классических методов селекции сельхозкультур, обладающие высокой степенью адаптации к местным почвенно-климатическим условиям.

1.4. Рост негативных последствий глобального потепления на фоне участвовавших периодов засухи и других стихийных бедствий

Сельскохозяйственный сектор в настоящий момент отвечает за 10 % выбросов парниковых газов в Европейском союзе, а также за 50% других газов, помимо CO₂. В мировом масштабе сельское и лесное хозяйство обеспечивают 24% выбросов ПГ, особенно за счет вырубки влажных тропических лесов и превращения их в пахотные земли. Учитывая это, изменение климата не может рассматриваться отдельно от изменений в аграрном, лесном и природоохранном секторах.

Мировое сообщество обеспокоено приростом глобальной температуры на планете. Для того, чтобы не допустить ее увеличения выше критической отметки в 2°C, по расчетам ученых, к 2050 году выбросы парниковых газов необходимо сократить на 70%. Этот вопрос обсуждался в декабре 2015 года, в Париже, на Саммите глав государств и правительств 196 стран мира, по предложению министра сельского хозяйства Франции Стефана Ле Фоля. По итогам Саммита была принята Инициатива «4 промилле» или «4 на 1000» по сокращению выбросов парниковых газов путем ежегодного накопления 0,4% углерода в виде органического вещества почвы. Это позволило бы уменьшить глобальное потепление за счет сокращения выбросов ПГ и способствовало росту продовольственной безопасности.

Глобальное потепление и опустынивание в значительной степени являются следствием снижения биоразнообразия как в воздушной среде, так и в почвенной. Удивительно, что человечество использует микроорганизмы в производстве вина, сыров и других продуктов питания, но недооценивает их роль в формировании здоровой почвы. Никакая технология, насколько бы она ни была сложной, не может сыграть такую же таинственную роль для качества и плодородия земель, как почвенные организмы.

1.5. Дезинтеграция сельских сообществ и рост неинфекционных заболеваний среди населения

Повсеместная ориентация в аграрном секторе на повышение эффективности производства путем замены ручного труда автоматизированным и на использование промышленных технологий, основанных на механизации и химизации, способствует оттоку сельского населения в города в поисках работы. А в случае нехватки рабочих мест и там, люди вынуждены покидать страну для того, чтобы заработать на жизнь. Снижение доходов в сельской местности из-за диспаритета цен на промышленные и сельскохозяйственные товары не способствует созданию необходимой инфраструктуры (дороги, детсады, предприятия по оказанию различных услуг и т.д.), необходимой для достойного образа жизни. Наличие всего этого особенное значение имеет для молодых семей.

Необоснованный рост применения химических средств в сельском хозяйстве, использование генетически модифицированных семян и другие подобные факторы приводит к серьезным заболеваниям среди населения и создают напряженную ситуацию в

области общественного здравоохранения. Между тем, здоровое питание в современном обществе воспринимается как один из ключевых факторов профилактики различных заболеваний. Сэр Альберт Ховард в труде «Сельскохозяйственный завет» подчеркивал, что болезни растений - прямое следствие неправильного управления почвой, и только здоровая земля способна гарантировать здоровье всей пищевой цепи: почва-растения-животные-люди.

Геолог Дэвид Монтгомери и биолог Энн Бикле в своей работе «Скрытая половина природы: микробные корни жизни и здоровья», изданной в 2016 году, описывают прямую связь между биоразнообразием почвенной биоты и микрофлорой пищеварительного тракта человека. Чем функциональнее почва, тем лучше качество пищи и, соответственно, физическое состояние людей. А известные русские микробиологи Сергей Виноградский и Николай Красильников, и не только они, в своих трудах обращали внимание на повышении иммунитета растений под влиянием антибиотиков микробного происхождения в почве, усваиваемых в процессе роста и развития.

Все инновационные системы сельского хозяйства должны соответствовать целям устойчивого развития, продвигаемого ООН на международном уровне. Однако фермеры оказались в порочном кругу. С одной стороны, увеличение хозяйств для того, чтобы выжить, приобретение более крупных и дорогостоящих машин и внушительного количества используемых химических средств в виде удобрений и пестицидов. С другой - минимальные доходы из-за несоответствия цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию. Таким образом, современное сельское хозяйство нуждается в новой парадигме интенсификации, которая кардинально отличается от той, которую используют в настоящее время.

1.6. Зависимость аграрного сектора Республики Молдова от климатических изменений

Перечисленные выше проблемы в значительной степени способствуют уязвимости аграрного сектора перед лицом природы. Факторами прямого влияния климатических изменений являются:

- более частые воздействия атмосферных и почвенных засух на урожайность культур;
- снижение уровня грунтовых вод и частое возникновение водного стресса;
- повышение риска сокращения биоразнообразия из-за увеличения испарений;

- распространение новых болезней и вредителей растений и животных, а также увеличение опасности заражения уже существующими из-за благоприятных условий для их выживания;
- риск наводнений и опасность распространения инфекционных заболеваний среди людей, растений и животных;
- повышение опасности для озимых культур, плодовых и виноградных насаждений из-за отсутствия снежного покрова в течение длительного периода времени;
- снижение качества сельскохозяйственной продукции из-за влияния высоких температур на опыление (недоразвитость цветов) и биохимические процессы формирования качества;
- снижение способности почвы накапливать воду из атмосферных осадков и, как следствие, одновременное развитие засух и эрозии почв;
- полная зависимость от невозобновляемых источников энергии и их производных (минеральные удобрения, пестициды и др.), которые в основном импортируются из-за рубежа;
- зависимость от импортного семенного и посадочного материала;
- зависимость сельхозпроизводителей от цен на продукты питания на мировом рынке, особенно в неблагоприятные по климатическим условиям годы.

Косвенное влияние изменения климата на сельское хозяйство проявляется и в других отраслях, от которых оно зависит:

- нестабильность (уязвимость) сельскохозяйственной техники и механизмов, используемых в сельском хозяйстве;
- снижение трудоспособности людей, вовлеченных в сельскохозяйственную деятельность;
- снижение потенциала урожайности кормов для животных и их продуктивного потенциала;
- снижение работоспособности транспортных средств в сельском хозяйстве;
- увеличение расходов на охлаждение в периоды высоких температур и т.д.

В последнем, не так давно опубликованном отчете Межправительственной группы экспертов по изменению климата (ИПСС), впервые исследуется взаимосвязь между климатическими изменениями, опустыниванием, деградацией почв, устойчивым управлением почвами, продовольственной безопасностью и влиянием выбросов

парниковых газов на наземные экосистемы. В документе отмечается, что средняя годовая температура воздуха на поверхности почв и океана увеличилась на 0,85°C за период с 1880 по 2012 год. Повышение средней температуры воздуха на поверхности почвы в периоды с 1850-1900 гг. по 2006-2015 гг. составила 1,5С. В некоторых регионах земного шара эти показатели еще выше, например, на севере полуострова Аляска - до 3°C, и на севере России - до 2°C. Прогнозируется, что к концу XXI века температуры на поверхности почвы возрастут еще на 1,5С, а частота и продолжительность волн горячего воздуха увеличатся, в то время, как в зимнее время не исключены крайне низкие температурные показатели.

По сравнению с доиндустриальным периодом, концентрация углекислого газа на планете возросла на 40% из-за сжигания топлива и нерационального землепользования (вырубка лесов и скашивание лугов). Соответственно, увеличились и риски более частых засух, что негативно сказалось на урожайности с/х культур. Таким образом, продовольственная безопасность зависит от изменения климата так же, как доступ к продовольствию и стабильность цен. Дальнейший рост содержания CO₂ в атмосфере приведет к усилению деградации почв путем эрозии и более высокому уровню заражения сорняками, болезнями и инвазивными вредителями.

Производство продуктов питания и их потребление – один из самых мощных факторов, влияющих на изменение климата: это около 20% выбросов углерода во всем мире. Выбросы окислов азота, вызванных применением минеральных удобрений, составляют 80% от общего количества. Достаточно сравнить рост уровня урожайности и уровня потребления минеральных удобрений, чтобы найти огромное несоответствие.

В этих условиях возрастает роль науки в создании новых сортов и гибридов растений, которые были бы лучше адаптированы к концентрации CO₂ в атмосфере при высоких температурах, засухе или других неблагоприятных условиях. Успешно используются методы консервативного земледелия, которые позволяют уменьшить эрозию почв, защитить почву от экстремальных атмосферных осадков и, соответственно, способствовать более рациональному накоплению и использованию почвенной влаги, сокращению выбросов парниковых газов и одновременно удержанию органического углерода в почве. При этом роль небольших фермерских хозяйств для обеспечения стабильного и устойчивого развития значительно возрастает.

В докладе также отмечается, что для повышения уровня адаптации к климатическим изменениям, необходимо экосистемное видение, которое может обеспечить увеличение биоразнообразия и возможность предоставления экосистемных услуг каждым местным сообществом.

К сожалению, многие риски, связанные с колебанием климата, были недооценены. Например, связь между продовольственной безопасностью, деградацией почв и предоставлением экосистемных услуг, включая качество подземных вод, здоровьем людей и т.п. Хорошо известно, что деградация почв способствует снижению эффективности использования воды и энергии, что ставит под угрозу продовольственную безопасность.

Часто утверждается, что увеличение содержания CO₂ в атмосфере будет способствовать активизации процессов фотосинтеза и более эффективному использованию воды. Однако следует признать, что сокращение питательных веществ в почве путем уменьшения ее плодородия, в частности азота, ограничит усвоение воды и углекислого газа посредством фотосинтеза.

На дилемму «еда против топлива» следует смотреть уже под другим углом. И к производству продуктов питания, и к производству биоэнергии нужно подходить с учетом необходимости снижения их негативного воздействия на изменение климата. Это возможно за счет исключения или минимизации уничтожения лесов, лугов, мест с избыточной влажностью, а также благодаря внедрению передовых методов ведения сельского хозяйства, способствующих накоплению углерода в пахотных землях. В этом контексте необходимо пересмотреть уровень урожайности с/х продукции в крупных хозяйствах, использующих интенсивные методы, не обеспечивающих устойчивое производство, и не имеющих предпосылок для оказания экосистемных услуг.

Ситуация может быть преодолена с помощью увеличения ландшафтного разнообразия с/х культур и правильного управления природными ресурсами, в том числе почвами, в каждом отдельном хозяйстве.

Исследования, проведенные в разных регионах мира, свидетельствуют о том, что в результате несбалансированного вмешательства в природу, больше всего пострадали почвы. К сожалению, ситуация продолжает ухудшаться, что в конечном итоге может привести к снижению производства продуктов питания, невозможности обеспечить

продовольственную безопасность, усилению колебания цен, и, как следствие, к голоду и бедности. Авторы доклада констатируют, что переломить ситуацию можно изменив отношение к почвенным ресурсам. Население должно осознать, что почва – основной источник продуктов питания и ключ к обеспечению продовольственной безопасности стран. Экосистемные услуги, которые можно получить от почвы, связаны с секестрацией углерода, что: уменьшает процесс глобального потепления; улучшает фильтрацию и хранение питьевой воды; круговорот и сохранение азота, фосфора и других элементов, необходимых для питания растений; поддерживает биоразнообразие в почве и на ее поверхности.

Вопросы для самостоятельной проверки знаний:

1. Какие проблемы стоят перед сельским хозяйством в настоящее время и какие риски существуют в будущем?
2. Почему использование генетически модифицированных семян в сельском хозяйстве не обеспечивает устойчивого развития?
3. Как связано развитие аграрного сектора с климатическими изменениями?

2. КОНСЕРВАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – МЕТОД АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

Восстанавливая органическое вещество в почве и, следовательно, улучшая ее качество (здоровье), можно уменьшить последствия глобального потепления и одновременно к ним приспособиться.

Важнейшей составляющей частью почвы является органическое вещество. Несмотря на низкое содержание (от 2% до 6%), его роль в агрофизических, агрохимических и биологических свойствах (качестве) почвы неопенима. **Органическое вещество почвы представляет собой сложное сочетание живых организмов, свежих растительных остатков, растительных и животных остатков на стадии разложения.**

Живые организмы в почве составляют около 15% ее общей массы. Самыми многочисленными являются бактерии, грибы, водоросли и одноклеточные, живущие в почвенных водах. Также из всего разнообразия живых организмов в почве выделяют

простейших, клещей, некоторых насекомых, их личинки, многоножек, дождевых червей, млекопитающих, например, кротов и так далее. Живые организмы получают в почве питание и убежище, при этом насыщая ее питательными компонентами и повышая плодородие. Они отвечают за образование структурных агрегатов почвы. Дождевые черви, насекомые и животные, двигаясь в почве, образуют каналы, которые помогают улучшить водный и воздушный режимы. Приспособляемость к возможным будущим экстремальным изменениям погоды станет возможной благодаря управлению водным режимом почвы.

Доктор Крис Николс, почвенный микробиолог и специалист в области регенеративной агрокультуры из американского штата Пенсильвания, опытным путем доказала роль гиф арбускулярной микоризы в формировании гломалина, который определяет образование стабильных структурных агрегатов в почве (соединения между белками и сахаристыми веществами).

Как говорилось ранее, обработка почвы является такой же катастрофой для живых почвенных организмов, как потеря углерода и воды. Чем больше культур находится в севообороте, тем выше разнообразие живых организмов во всей пищевой цепи. Количество и качество растительных остатков в земле определяют, насколько активна жизнь в самой почве. Благодаря жизнедеятельности этих организмов почвенная масса становится похожей на губку, которая обладает способностью впитывать и удерживать воду.

Следует отметить, что в улучшении агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы, роль углерода в корнях растений значительно выше, чем в растительных остатках на поверхности земли. Живые корни являются постоянным источником питания для биоты, поэтому сохранение их взаимодействия с почвой в течение всего вегетационного периода является надежным способом поддержания плодородия и обеспечения необходимой солнечной энергией посредством фотосинтеза.

Растительные и животные остатки легко поддаются разложению живыми организмами почвы и служат для них прямым источником питания. При их разложении высвобождаются питательные вещества, необходимые растениям, а продукты метаболизма живых организмов облегчают формирование структуры почвы. В отсутствие растительных и животных остатков, начинается разложение устойчивых фракций органического вещества, которые служат энергетическим субстратом для питания живых организмов в почве. Поэтому очень важно, чтобы почва всегда была наполнена свежими растительными

остатками, как для поддержания ее качества, так и для предотвращения повреждения стабильных (скелетных) фракций органического вещества.

Хорошо разложившиеся растительные остатки, включая гумус, менее доступны для живых организмов в почве. Продолжительность их жизни составляет до 1000 лет. Эта фракция органического вещества почвы служит средством сохранения в ней питательных веществ. Ее разложение с высвобождением доступных форм питательных веществ для растений происходит очень медленно.

Различные методы ведения земледелия (обработка почвы и внесение удобрений, орошение и т. д.) уменьшают или усиливают разложение органических веществ, тем самым способствуя улучшению или ухудшению качества почвы. Поддержание баланса между процессами синтеза и разложения органических веществ является ключевой проблемой в управлении качеством почвы.

Органическое вещество почвы определяет существующие в естественных и сельскохозяйственных экосистемах циклы углерода, азота, фосфора, воды, баланс между полезными и вредными организмами и т. д. Истощение запасов органического вещества в почве, особенно живого и свежего, приводит к увеличению потребления удобрений, воды, пестицидов, дизельного топлива для рыхления почв, для поддержания уровня урожайности и т. д.

Одна из проблем, которая по-прежнему остается актуальной в научном и практическом аспекте, заключается в том, как определить оптимальное содержание органического вещества в почве.

В последние годы почва привлекает все большее внимание в связи с процессами глобального потепления и ее решающей роли в круговороте углерода. Известно, что его содержание в почве во всем мире в 3,2 раза выше, чем в атмосфере, и в 4,5 раза выше, чем воздушная биомасса (растения и животные вместе взятые).

По этим причинам нельзя оправдать игнорирование секвестрации углерода в почве, как одного из факторов снижения глобального потепления. Наибольшее количество углерода накапливается во фракции растительных остатков с глубоким уровнем разложения, то есть

в самом гумусе. Можно утверждать, что весь почвенный гумус является органическим веществом, хотя не все органическое вещество является гумусом.

Почва может служить как средством снижения глобальных температур, так и источником глобального потепления при разложении органического вещества и выделении углекислого газа. Экспериментальные данные о влиянии отвальной вспашки на секестрацию углерода в почве очень противоречивы. Некоторые исследователи считают, что использование прямого посева (no-till) способствует накоплению углерода только в поверхностном слое почвы, но уменьшает его содержание в более глубоких слоях.

Авторы данной работы считают, что преимущества прямого посева заключаются не только в связывании углерода в поверхностном слое почвы, но и в снижении эрозии, негативных последствий засух, в сокращении производственных расходов и т. д.

Круговорот азота. Количество азота в атмосфере над поверхностью Земли составляет более восьми тонн над каждым квадратным метром. Растения не могут напрямую использовать этот азот. Только бобовые культуры способны фиксировать его из атмосферы через клубеньки, образующиеся в результате симбиоза между корнями растений и азотфиксирующими бактериями. Основным источником азота в почве является органическое вещество, при разложении которого формируются доступные формы азота.

Азот в почве присутствует преимущественно в органической форме - 95-99%. Это предотвращает его потерю. Распределение азота по почвенному профилю тесно связано с распределением органического вещества. Если растения не могут использовать азот путем минерализации органического вещества почвы, повышается опасность его вымывания. Чтобы избежать потери, растения необходимо выращивать в течение всего вегетационного периода.

Круговорот фосфора. Аналогично азоту, фосфор в основном находится в органической форме - 60%. Успешное решение проблемы фосфора на черноземных землях в значительной степени связано с накоплением лабильных форм органического вещества с высоким содержанием данного элемента.

В отличие от углерода и азота, фосфор более равномерно распределяется по почвенному профилю. Включение культур с обильной и глубокой корневой системой позволяет не

только использовать фосфор из более глубоких слоев почвы, но и способствует равномерному и глубокому распределению органического вещества.

В естественных экосистемах растения обеспечиваются фосфором через микоризу, то есть в результате симбиоза грибных гиф и корней растений. Применение отвальной вспашки, как, впрочем, и любые другие механические нарушения почвы, оказывают колоссальное негативное влияние на способность растений использовать фосфор.

Остается малоизученной способность как базовых, так и промежуточных культур создавать симбиоз с грибами через микоризу. Особое внимание в севообороте следует уделять культурам с биологической способностью извлекать труднодоступные для растений формы фосфора из почвы, таких как гречиха, горчица, рапс и др.

Круговорот воды. Почва, обладающая достаточным количеством органического вещества, в том числе сформированного из свежих растительных остатков, способна накапливать и удерживать воду, необходимую растениям. И наоборот, там, где органического вещества не хватает, вода просочиться не в состоянии, что в конечном итоге ведет к эрозии и засухе. Инфильтрация воды из более глубоких слоев почвы в грунтовые также уменьшается.

Исследования показали: количество воды, необходимое для образования тонны сухого вещества для каждого сорта (гибрида) в пределах одного вида растений и в конкретных климатических условиях, является постоянным. Поэтому необходимо добиваться уменьшения водных испарений с поверхности земли. И в этом случае большое значение играет структура почвы.

Не менее важно и правильное управление растительными остатками. На структуру почвы внутри и на ее поверхности могут влиять севообороты, системы обработки и удобрения. Поэтому очевидна связь между растительностью и органическим веществом (лабильными и устойчивыми формами). Без достаточного количества лабильного органического вещества, которое накапливается при отсутствии механического нарушения, почва не способна быть плодородной.

Оптимального круговорота углерода, азота, фосфора и воды можно добиться при правильном управлении органическим веществом (различными компонентами). В этом

случае спектр экосистемных услуг, которые человек может получить от почвы, значительно расширяется:

- фильтрация и очистка воды до ее накопления в наземных и подземных водохранилищах;
- обеспечение населения качественными продуктами питания и водой, полезными для здоровья;
- создание благоприятной среды для появления большего разнообразия организмов по всей пищевой цепи, включая опылителей и организмы, которые уменьшают негативное воздействие «болезней, вредителей и сорняков в земледелии». (Болезни, вредители и сорняки взяты в кавычки, потому что их не существует в сбалансированной природе. В нашем восприятии они появились в результате дисбаланса между «полезными и вредными» организмами);
- смягчение последствий изменения климата за счет улучшения роста растений, которые усваивают углекислый газ из атмосферы, и способствуют накоплению большего количества углерода в почве (связывание углерода).

Перечисленные экоуслуги можно получить только от качественной почвы. Ее общепринято оценивать по химическому составу, определяя наличие подвижных форм азота, фосфора и калия. Не отрицая важности этих показателей, следует отметить, что они часто не отражают реальную ситуацию.

К такому выводу пришел и немецкий ученый Юстус Либих, сторонник использования минеральных удобрений, который в работе «Природные законы хозяйствования» писал об отсутствии тесной зависимости между содержанием азота и урожайностью сельскохозяйственных культур. Минеральные элементы в почве создаются в результате трансформации органических веществ, а здоровая почва - результат самих процессов трансформации органики. Существует несколько способов определения степени здоровья почвы. Одним из самых доступных является «образец с лопаты».

Фермеры могут визуально определить качество почвы по следующим параметрам:

- темно-зеленому цвету растений;
- глубокому проникновению корней в почву (без трещин и разветвлений, часто обусловленных «плужной подошвой»);
- наличию клубеньков на корнях бобовых культур;
- количеству и массе дождевых червей;

- способности к фрагментации в структурных агрегатах, что одновременно вызывает легкую инфильтрацию воды в почву;
- приятному аромату актиномицетов и грибов;
- отсутствию корки на поверхности земли;
- наличию разных сорняков, которые служат надежными показателями качества почвы и др.

Понятия «качество» и «здоровье» почвы используются как синонимы. В соответствии с определением американского микробиолога, профессора Дж. В. Дорана, это - «способность сохранять и поддерживать рост растений, одновременно поддерживая качество окружающей среды». Американский почвовед, профессор Раттан Лал считает, что эти два термина различны. Качество почвы связано с ее функциями, а здоровье характеризует ее как живой организм, который влияет на здоровье растений. Однако, каждое из определений доказывает прямую связь между здоровьем почвы-растений-животных и человека.

Вопросы для самостоятельной проверки знаний:

1. Что такое органическое вещество почвы?
2. Что такое замкнутый цикл энергии и питательных веществ в хозяйстве?
3. Какие экосистемные услуги можно получить благодаря почве. Как они влияют на окружающую среду и общество?

3. КОНЦЕПЦИЯ, ПРИНЦИПЫ И ПРИМЕНЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (КСХ)

Растущие цены на топливо и промышленные материалы, с одной стороны, и неблагоприятные экологические последствия (эрозия почвы, наводнения и частые засухи) с другой, способствовали расширению консервативной системы земледелия во всем мире. Так, в 2015-2016 гг., земли, на которых применяется КСХ, расширились до 180,4 млн гектаров, что на 69,4% больше, чем в 2008-2009 гг. (согласно публикации Global Spread of Conservation Agriculture, авторов А. Кассам, Т. Фридрих & Р. Дерпш, опубликованной в 2018 году). Самые обширные площади с использованием КСХ находятся в Южной Америке, Северной Америке, Австралии и Новой Зеландии. На европейском континенте, в

том числе и в Республике Молдова, консервативное земледелие пока практикуется на скромных участках, хотя существует тенденция к их росту.

Увеличение частоты и продолжительности засушливых периодов диктует необходимость обработки почвы с минимальным ее нарушением, и с сохранением на поверхности растительных остатков для предотвращения испарения воды.

Русский агроном Александр Измаильский, специализирующийся на степных почвах, в работе «Как высохла наша степь» (1893) писал: «Влажность почвы больше зависит от типа и способа ее равномерного покрытия, чем от количества атмосферных осадков. Лишив девственную почву «степного войлока», состоящего из мертвых растительных остатков, мы лишили ее важнейшего инструмента адаптации к неблагоприятным климатическим условиям. Уменьшение количества воды из осадков, поглощаемых почвой, эквивалентно уменьшению количества атмосферных осадков, поскольку не имеет значения, сколько их выпадает, важно сколько сохраняется в почве».

Замена многолетней степной травянистой растительности на однолетнюю, с одновременным извлечением надземной части или корней в результате сельскохозяйственного производства, наряду с чрезмерным и неоправданным применением отвального плуга, способствовали резкому снижению содержания органического вещества (углерода) в черноземных почвах.

Орошение и минеральные удобрения, особенно азотные, при отсутствии достаточного количества углерода, то есть источника энергии для почвенной биоты, также способствуют усилению процессов минерализации органического вещества почвы. Часто сельхозпроизводители, с уважением относящиеся к технологии возделывания полевых культур, при использовании новых сортов и гибридов с высоким потенциалом урожайности, разочарованы результатами из-за недостаточного внимания к плодородию почвы.

За последние сто лет пахотные черноземы в Республике Молдова потеряли более 50% первоначального запаса органического вещества. А как говорилось выше, только здоровая почва может обеспечить полноценные экоуслуги: инфильтрацию, накопление и рациональное использование воды из атмосферных осадков, способствующих снижению эрозии почв и негативному воздействию засух и наводнений; очистку воды; биологическую

фиксацию азота; секвестрацию углерода в почве, важную для уменьшения глобального потепления климата; опыление; получение продуктов питания, полезных для здоровья человека и т. д.

В Республике Молдова консервативная система земледелия была ошибочно принята за консервативную систему обработки почвы. No-till ошибочно принимается за минимальную систему обработки почвы. Однако no-till нельзя отнести к КСХ. Обработка почвы является частью системы земледелия и никак не может заменить отсутствие других ее составляющих (севооборота, удобрения почвы органическими и минеральными удобрениями).

Даже минимальная обработка почвы, используемая отдельно, не способствует улучшению ее качества. Замена вспашки отвальным плугом другими инструментами при безотвальной обработке почвы, в условиях отсутствия севооборота и недостаточного применения органических удобрений в виде растительных остатков (живой или мертвой мульчи) и навоза, не может считаться консервативной системой сельского хозяйства. Кроме того, такой метод будет только способствовать росту заражения посевов болезнями, вредителями и сорняками, и появлению симптомов дефицита азота.

Вследствие этих причин, сложилось впечатление, что консервативная система земледелия сопровождается увеличением потребления химических средств для устранения дефицита азота и напряженной фитосанитарной ситуации. А благотворная роль вспашки помогает сократить эти неблагоприятные последствия. Отметим, однако, что вспашка отвальным плугом не может компенсировать отсутствие других звеньев с/х системы (севооборот и удобрение органическими удобрениями) для эффективного решения указанных проблем. Только при соблюдении всей системы сельского хозяйства, становится возможным в будущем улучшить здоровье (качество) почвы, заменив механическую обработку биологической (почвенной биотой). Сложившаяся ситуация принесла пользу импортерам сельхозтехники для прямого посева и химическим предприятиям.

Чтобы преодолеть такое положение дел, способное полностью скомпрометировать консервативную систему земледелия, вместо упрощенного (редукционистского) подхода необходим подход системный (целостный).

Консервативная система сельского хозяйства (КСХ), согласно определению ФАО, предполагает одновременное соблюдение трех основных принципов:

1. Минимальное нарушение или отсутствие нарушения почвы путем применения практики no-till (нулевой обработки почвы).

2. Постоянное удержание на поверхности почвы мульчи из растительных остатков и промежуточных культур с активной корневой системой.

3. Диверсификация видов сельскохозяйственных культур путем соблюдения севооборота с однолетними и многолетними культурами, в том числе со сбалансированным соотношением бобовых и небобовых, смешанных культур с широким разнообразием корневой системы.

Раздельное использование вышеперечисленных принципов, ставит под угрозу КСХ, которое предполагает не только модернизацию технологий выращивания с/х культур, но и изменение всей системы земледелия.

Рост урожайности не может лечь исключительно на плечи частных компаний, отвечающих за продажу с/х техники и химических средств. Без системного вмешательства со стороны государства, поддержки научных исследований и создания государственной службы распространения знаний, мы не можем рассчитывать на прогресс в этой области.

Преимущества консервативной системы сельского хозяйства были продемонстрированы на широком географическом ареале с различным составом почвы (легкие и тяжелые почвы) и неодинаковыми климатическими условиями: от регионов (зон) с избыточным увлажнением до регионов с хроническим недостатком атмосферных осадков. Однако, расширение области применения КСХ на европейском континенте идет медленно, как и в Республике Молдова. Среди препятствий в продвижении консервативного сельского хозяйства, можно отметить следующие:

- отсутствие знаний о КСХ и о способах его внедрения (ноу-хау);
- застойное мышление (давние традиции, доминирующие мнения), возникшее в условиях однофакторных полевых исследований, с изучением отдельных факторов интенсификации земледелия, без учета их совокупного взаимодействия в рамках всей с/х системы;
- отсутствие оборудования и машин, необходимых для ведения КСХ, в том числе в небольших хозяйствах;
- отсутствие комплексной междисциплинарной программы исследований с участием специалистов различных научных дисциплин;

- неадекватная политика, предусматривающую безусловные выплаты субсидий для производства с/х продукции, рассчитываемые либо исходя из единицы площади, либо за все аграрное предприятие;
- несоблюдение требований к переходному периоду в КСХ, что подразумевает удаление «плужной подошвы» и разуплотнение почвы, снижение степени засоренности посевов, особенно многолетними сорняками и др.

В Республике Молдова остаются практически нерешенными важные для КСХ вопросы:

- обеспечение необходимым количеством растительных остатков по различным культурам и для разных культур с одновременным исследованием сеялок no-till, чтобы обеспечить эффективное внесение семян в почву;
- совместимость культур, используемых в качестве промежуточных, с основными культурами в севообороте, и способ их использования в различных климатических условиях;
- возможность интеграции животноводства в КСХ;
- управление сорняками при отсутствии гербицидов и т. д.

В настоящее время есть лишь фрагментарные исследования, связанные с использованием оборудования no-till для отдельных культур, главным образом, для озимых зерновых. Практически отсутствуют длительные по времени исследования, связанные с возможностью непрерывного применения системы no-till в севообороте. Сомнительно влияние КСХ на секвестрацию углерода по всему профилю почвы и, соответственно, возможность использования углеродных кредитов для стимулирования внедрения консервативного сельского хозяйства.

Очевидно, что переход к КСХ в Республике Молдова, требующий институциональной и политической поддержки, не может быть осуществлен без радикальных изменений в существующей системе земледелия. Плачевное состояние плодородия почвы может быть преодолено только в случае создания государственного органа, ответственного за мониторинг и регулирование рационального использования почв, независимо от форм собственности на землю и размеров хозяйств.

Расширение консервативного сельского хозяйства в Республике Молдова позволит предпринять реальные шаги в продвижении устойчивого развития аграрного сектора с

экономическими, экологическими и социальными выгодами. Практика фермеров из разных стран мира доказала возможность снижения расхода топлива до 50%; затрат на приобретение оборудования - до 40-50%; оплаты рабочей силы - до 50%; затрат на управление водой - до 30%. Таким образом может значительно повыситься конкурентоспособность сельхозпроизводителей и привлекательность сельских общин на местном и международном рынках.

Благодаря устойчивому и долговременному управлению почвой при выращивании сельскохозяйственных культур становится возможным:

- повысить способность проникновения, накопления и более эффективного использования воды из атмосферных осадков;
- улучшить структуру почвы и качество питьевой воды;
- уменьшить уплотнение почвы из-за засухи и эрозии с неблагоприятными последствиями;
- из-за более высокого противогрибкового потенциала сократить поражение болезнями и увеличить биологическую способность в подавлении сорняков;
- снизить дозы удобрений, топлива и пестицидов и т. д.

Также становится возможным с наименьшими затратами восстановить экосистемные и социальные услуги, получаемые от почвы, путем правильного управления, сокращения неблагоприятных последствий изменения климата, и улучшения здоровья людей.

Имеет значение осознание всем обществом необходимости перехода к новой парадигме (концепции, модели) интенсификации сельского хозяйства, основанной на сохранении природных ресурсов и адаптации к климатическим изменениям. Кардинальные перемены в сельском хозяйстве республики требуют поддержки со стороны отечественной сельскохозяйственной науки и создания системы распространения знаний, основанной на сети экспериментальных и демонстрационных участков, где аграрии из разных районов РМ могли бы делиться опытом. Расширение КСХ не исключает использования альтернативных систем земледелия: экологического сельского хозяйства (биологического и органического), регенеративного сельского хозяйства и других.

Данный учебник призван привлечь фермеров к решению многих проблем. Производственные испытания, проводимые непосредственно аграриями, позволят быстрее

преодолеть проблемы, с которыми сталкивается сельское хозяйство в настоящее время и может столкнуться в перспективе.

В связи с этим, интересен опыт Бразилии по применению системы no-till или zero-till (нулевой обработки), внедренной одним из пионеров в этой области Джоном Н. Ландерсом. Настоящий бум консервативного земледелия в Бразилии стал возможен благодаря ряду факторов: самостоятельному тестированию фермерами производства с использованием эффективных технологий; осознанию преимуществ; техническому обучению аграриев; устранению неблагоприятных агрофизических и агрохимических свойств почв и многолетних сорняков с полей; доступности семян промежуточных культур; кредитам или небольшим грантам, предоставляемым мелким фермерам; разработке законодательных документов по управлению земельными участками на уровне бассейна и ландшафта. Все это координировалось Ассоциацией фермеров по прямому посеву в растительные остатки (FEBRAPDP). Опыт инновационной практики передавался напрямую от фермера к фермеру при содействии НПО и некоторых международных организаций. Государственная поддержка оказалась очень существенной для небольших хозяйств. В результате, в стране удалось снизить эрозию почвы почти на 90% за счет улучшения способности почв усваивать воду. Нулевая обработка почвы в Бразилии принесла фермерам и обществу в целом ряд прямых и косвенных преимуществ.

То, что аграрии во многом полагались на свои местные ресурсы, заслуживало публичного поощрения и поддержки при введении системы no-till. Внедрение консервативной системы сельского хозяйства в Бразилии началось в 1971 году. Оно в основном базировалось на опыте фермеров и на исследованиях, проведенных непосредственно в хозяйствах. В 1992 году Служба внедрения EMBRARA инициировала распространение новых технологий в среде небольших крестьянских хозяйств. И несмотря на то, что в первых сеялках no-till в качестве тягловой силы использовались животные, результаты нововведений мелкие фермеры оценили по достоинству. Сразу у семи компаний, производящих в стране небольшие сеялки для прямого посева, значительно увеличились продажи. После тестирования гербицидов и демонстрации очевидной экономической эффективности КСХ, по сравнению с обычной, процесс пошел еще быстрее. После 2000-го года прямой посев стал нормой для сельхозпроизводителей Бразилии. В стране существуют центры по распространению знаний и обучению в этой области. Следует отметить, что государственные службы по внедрению опыта и исследований действуют в тесном контакте с фермерскими ассоциациями страны.

Около 50 лет назад Бразилия находилась на грани экологической катастрофы и уверенно приближалась к порогу экономического кризиса. Более двух третей земель на юге страны страдали от деградации, связанной с потерей органического вещества. В течение многих лет государство теряло тысячи тонн плодородной почвы из-за водной эрозии. Все это стало толчком для поиска и внедрения новых методов обработки земли.

Согласно данным, опубликованным в работе американского эконофермера Клааса Мартена и его соавторов в 1993, для бразильского штата Парана в севообороте «соя-пшеница», потери почвы в среднем за 12 лет, при обычной системе земледелия, составили 36,4 т/га, а при применении no-till - 3,3 т/га. А потери воды - 666 и 225 мм/га в год, соответственно.

Метод планирования на уровне ландшафта и водоемов для сохранения почвенных ресурсов оказался полезным и для национальной политики государства по обеспечению водой.

Преимущества консервативной системы земледелия для фермеров были очевидны.

- Увеличение дохода, учитывая, что пионерам движения (особенно тем, кто стал применять no-till до 1990-х гг.) было сложнее, чем их последователям.
- Преимущества прямого посева стали более выражены в случае включения в севооборот лугов или озимых кормовых культур. Наряду с повышением уровня производства значительно сократились инвестиции на приобретение сельхозтехники (на 44-47%) и на ее содержание.
- Появились преимущества в засушливые годы. Вода расходовалась более рационально, потому что почва была покрыта мульчей.
- Появилась возможность раннего посева.
- Уменьшилось загрязнение окружающей среды пылью.
- Увеличилось время для принятия управленческих решений и т.д.

Но самое главное преимущество заключается в том, что общество в целом получает выгоду от внедрения и расширения консервативного сельского хозяйства. Сторонники прямого посева считают, что деньги, выделяемые для внедрения КСХ, должны быть классифицированы как социальные пособия, а не как субсидии.

Среди преимуществ no-till следует также назвать:

- уменьшение заиления водных резервуаров и прудов до 70-90% из-за уменьшения эрозии почв;
- снижение загрязнения поверхностных вод химическими веществами, появляющимися в результате эрозии почв;
- значительное сокращение расходов на очистку воды, используемой для водоснабжения городских центров;
- сокращение расходов на ремонт дорог;
- снижение опасности наводнений из-за увеличения на 30-60% проникновения воды в почву;
- увеличение накопления воды в водоносных горизонтах подземных вод;
- уменьшение потребления дизельного топлива на 50-70%;
- уменьшение эффекта глобального потепления;
- снижение потребности в вырубке лесов;
- повышение продовольственной безопасности населения.

Основной причиной повсеместного внедрения КСХ в Бразилии стали финансовые показатели фермеров. Из-за создавшегося биологического баланса, который требует новых решений для снижения негативного воздействия сорняков, вредителей и болезней, выросла и роль исследований в этой области. В противном случае, если бы решения не были найдены, фермерам пришлось бы вернуться к использованию отвального плуга. А основным принципом продвижения инноваций остается прямая связь между фермерами внутри их ассоциаций, поскольку желание перемен у них меньше, чем в академической среде.

Во избежании путаницы при внедрении консервативного сельского хозяйства, в Бразилии исключены термины «минимальная обработка почвы» и «консервативная обработка почвы», а также понятия «зеленые удобрения» или «сидераты», поскольку они предполагают использование отвального плуга. Вместо этого используются: «нулевая обработка» и «прямой посев», а также «промежуточные или покровные культуры» (Дент Д., Боинчан Б., 2020. Вечное земледелие. Материалы международной научной конференции, г. Бельцы, Республика Молдова, 29-30 ноября, 2019, [Спрингер, 2020](#))

Вопросы для самостоятельной проверки знаний:

1. Каковы фундаментальные принципы консервативного сельского хозяйства согласно определению ФАО?

2. Какие существуют препятствия на пути внедрения (продвижения) консервативного сельского хозяйства?
3. Перечислите преимущества внедрения консервативного сельского хозяйства в Республике Молдова.

4. СЕВООБОРОТ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Севооборот является основным агрономическим законом. Он предполагает чередование во времени и пространстве, или просто в пространстве, культур, в том числе черного пара. По своему комплексному влиянию на плодородие почвы и урожайность сельхозкультур, севооборот не имеет аналогов среди агротехнических мероприятий. Только в рамках севооборота можно рационально использовать природные и антропогенные ресурсы в различных почвенно-климатических условиях.

Не существует единой схемы севооборота, применяемой во всех без исключения хозяйствах. Выбор севооборота требует творческого и системного подхода, при котором учитывается местоположение хозяйства, природные ресурсы, обеспечение рабочей силой, сельскохозяйственной техникой и т. д. Схему севооборота выбирают на стадии планирования. Ошибки, допущенные в этот момент, будут ощутимы на всех этапах деятельности хозяйства.

При выстраивании севооборота необходимо соблюдать основные принципы. Отметим следующие:

- 1) высокое разнообразие культур в пространстве и во времени одновременно с биоразнообразием (мозаикой) на уровне ландшафта, использование каркаса лесозащитных полос, смешанных и промежуточных культур, декоративных цветочных полос для привлечения полезных насекомых, сети водоемов и водохранилищ и т. д. Большое биоразнообразие на поверхности почвы способствует большому разнообразию по всей пищевой цепочке в почве, что увеличивает ее плодородие;
- 2) чередование культур с различной корневой системой, как по массе, так и по глубине проникновения в почву;
- 3) обеспечение бездефицитного баланса органического вещества почвы, то есть компенсация ежегодных минерализационных потерь за исключением тех, которые вызваны эрозией. Это возможно в случае сочетания в каждом хозяйстве растениеводства и

животноводства, что обеспечивает более замкнутый и полный цикл энергии и питательных веществ;

- 4) предотвращение и/или уменьшение негативного воздействия засух и эрозии почв;
- 5) повышение степени саморегуляции уровня поражения посевов болезнями, вредителями и сорняками.

При соблюдении этих принципов можно избежать многих негативных последствий.

Например, большое количество пропашных культур в севообороте, в том числе технических, увеличивает дефицит азота и способствует частым болезням, появлению вредителей и сорняков и т. д. В итоге возникает необходимость чрезмерного использования азота в виде минеральных удобрений, пестицидов, отвальный плуг для временного разуплотнения почвы и снижения степени заражения сорняками и др. Очевидно, что современное сельское хозяйство сосредоточено на оценке симптомов и мерах по их устранению, и не исследует причины, которые к этим симптомам привели.

Необходимо соблюдать вышеперечисленные принципы севооборота. Пренебрежение или недооценка хотя бы одного из них приводит к негативным экологическим последствиям.

Природные экосистемы служат моделью для создания сельскохозяйственных. Одна из основных особенностей природных экосистем - постоянное почвенное покрытие живой или мертвой мульчей. Чередование основных и промежуточных культур в схеме севооборота позволяет не только рационально использовать почвенную воду, но и одновременно обеспечивать питанием микрофлору почвы, увеличивая ее функциональность.

Многолетний полевой эксперимент в НИИ полевых культур «Селекция» позволяет определить степень влияния севооборота на разные культуры. Эффект севооборота - разница между уровнем урожайности в севообороте и в бессменной культуре.



Фото 4.1. Многолетний полевой опыт по севооборотам и бессменным культурам в НИИ ПК «Селекция»



Фото 4.2. Многолетний полевой опыт в НИИ ПК «Селекция» с включением многолетних трав



Фото 4.3. Многолетний полевой опыт в НИИ ПК «Селекция» по изучению различных систем удобрения почвы в севообороте



Фото 4.4. Полевые культуры в многолетнем опыте с различными системами удобрения почвы в севообороте



Фото 4.5. Многофакторный эксперимент по изучению действия и взаимодействия ротации культур, систем обработки почвы и удобрения почвы в севообороте



Фото 4.6. Посевы полевых культур в многофакторном опыте по изучению действия и взаимодействия ротации культур, систем обработки и удобрения почвы в севообороте (справа - делянка в севообороте с многолетними травами; слева - делянка в севообороте без многолетних трав)

Таблица 4.1. Эффект севооборота и удобрений в среднем за 1994-2018 годы, т/га и %. Многолетний полевой опыт НИИ ПК «Селекция»

<i>Предшественники</i>	<i>Фон удобренности</i>		$\pm$ от удобрений	<i>Снижение уровня урожайности озимой пшеницы по сравнению с ранним предшественником</i>	
	<i>Без удобрений</i>	<i>Удобренный фон</i>		<i>Без удобрений</i>	<i>Удобренный фон</i>
Смесь вики с овсом на зеленую массу	4,55	5,14	+0,59/13,0%	-	-
Кукуруза на зерно	2,62	3,71	+1,09/41,6%	-1,93/42,4%	-1,43/27,8%
Озимая пшеница (бессменные посевы)	1,96	3,02	+1,06/54,1%	-2,59/56,9%	-2,12/41,2%
Эффект севооборота, т/га и %	2,59/132,1%	2,12/70,2%			

Эффект севооборота для озимой пшеницы (разница между урожайностью озимой пшеницы в севообороте после смеси вики с овсом на зеленую массу и бессменной культурой озимой пшеницы) на неудобренном фоне составляет 2,59 т/га (132,1%), на удобренном фоне - 2,12 т/га (70,2%). Наивысшей урожайности достигли при размещении озимой пшеницы после смеси яровой вики с овсом на зеленую массу. Таким образом, удобрения снижают эффективность севооборота, но не исключают его решающей роли в формировании уровня урожайности.

В Таблице 4.1 показана роль предшественников в севообороте для получения высоких урожаев озимой пшеницы. Наилучшей урожайности добились при размещении озимой пшеницы после вики яровой (смеси вики и ярового овса на зеленую массу). Урожайность значительно уменьшается при размещении после поздних предшественников. Таким образом, озимая пшеница после кукурузы на зерно дала снижение урожайности по сравнению с вико-овсяной смесью на зеленую массу 1,93 т/га (42,4%) и 1,43 т/га (27,8%), на неудобренном и удобренном фонах, соответственно. В бессменной культуре урожайность значительно меньше. Ее снижение от размещения озимой пшеницы после поздних предшественников значительно выше, чем рост урожайности от удобрений.

Следует отметить, что доля почвенного плодородия в формировании урожайности значительна, несмотря на применение 90 кг/га азота с минеральными удобрениями (Таблица 4.2).

Таблица 4.2. Эффективность использования азота из минеральных удобрений в севообороте и в бессменной культуре озимой пшеницы в среднем за 1994-2018 годы. Многолетний полевой опыт НИИ ПК «Селекция»

Севооборот, бессменная культура	Предшественники	Фон удобренности		Увеличение урожая и за счет удобрений, т/га	N, извлеченного с прибавкой урожая, кг N / га	N, внесен. с минеральными удобрениями, кг N / га	Использование N минеральных удобрений, %	Общее количество N, извлеченного урожая, кг/га	Доля почвенного плодородия в формировании урожайности, %
		Без удобрений	Удобренный						
Севооборот	Смесь вики с овсом на зеленую массу	4,55	5,14	+0,59	19,5	90	21,7	169,6	88,5
Бессменная культура	Озимая пшеница	1,96	3,02	+1,06	35,0	90	38,9	99,7	64,9

Доля плодородия почвы в формировании урожайности озимой пшеницы в севообороте составила в среднем за 1994-2018 годы - 88,5%, а в бессменной культуре - 64,9%.

Азот в минеральных удобрениях используется более рационально в бессменной культуре по сравнению с севооборотом: коэффициент использования составил 38,9 и 99,7% соответственно. Доля плодородия почвы в формировании урожайности как в бессменной культуре, так и в севообороте, свидетельствует о необходимости соблюдения мер по восстановлению плодородия почвы. При отсутствии таких мер оно постепенно

уменьшается, что приводит к ухудшению качества почвы (агрофизические, агрохимические и биологические свойства в целом). Об этом свидетельствуют данные о содержании органического вещества по профилю почвы до глубины одного метра.

Роль предшественников меняется в условиях применения консервативной системы земледелия в севообороте.

Урожайность озимой пшеницы и озимого ячменя при применении прямого посева (no-till) после кукурузы на зерно и гороха на зерно, была одинаковой на удобренном фоне (Таблица 4.3).

Таблица 4.3. Урожайность озимой пшеницы и озимого ячменя в длительных севооборотах при применении прямого посева (no-till) в среднем за 2015-2018 годы, т/га. Многолетний полевой опыт НИИ ПК «Селекция»

Сево обо роты	Фон удобр.	Пред шественники	Урожайность, т/га			
			Озимая пшеница	± от удобр.	Озимый ячмень	± от удобр.
7	Без удобре- ний	Кукуруза на зерно	1,86	-	2,39	-
3	Удобр.	Кукуруза на зерно	3,93	+2,07/111, 3%	5,19	+2,80/117,2 %
2	Удобр.	Горох на зерно	3,98	+2,12/114, 0%	4,89	+2,50/104,6 %
4	Удобр.	Кукуруза на зерно	4,02	+2,16/116, 1%	5,12	+2,73/114,2 %
5	Удобр.	Кукуруза на зерно	3,86	+2,0/107,5 %	4,97	+2,58/107,9 %
		DL ₀₅ , т/га	0,22		0,19	

Прирост урожайности от удобрений при посеве озимых культур после кукурузы и гороха на зерно по методу no-till значительно превышает 100%. Увеличение урожайности от удобрений при выращивании озимого ячменя существенно выше, чем при возделывании озимой пшеницы.

Севообороты 3,4,5 отличаются разной насыщенностью пропашными культурами, которые влияют на плодородие почвы.

Разность в урожаях обеих культур после гороха и кукурузы на зерно на удобренном фоне объясняется более высокой способностью почвы удерживать воду осенне-весенних осадков (Таблица 4.4).

Таблица 4.4. Накопление воды в почве в осенне-зимний-весенний период при прямом посеве озимой пшеницы после разных предшественников в среднем за 2015-2016 гг. (мм). Многолетний полевой опыт НИИ ПК «Селекция»

Севообороты	Предшественники	Накопление воды в почве в осенне-зимний-весенний период, в слоях 0-100 и 0-200 см	
		0-100 см	0-200 см
2	Горох на зерно	81,8	109,6
4	Кукуруза на зерно	166,9	169,1
5	Кукуруза на зерно	127,1	192,0

Таким образом, количество воды, удерживаемой почвой из атмосферных осадков при размещении озимых зерновых культур после кукурузы на зерно, в 1,5 - 2 раза выше, чем после гороха на зерно. При включении в севооборот люцерны (севооборот №5) возрастает роль почвенного слоя 100-200 см в накоплении воды. Роль накопленной воды в более глубоких слоях почвы особенно сильно проявляется в засушливые годы.

Последующие исследования позволят установить, как количество растительных остатков на поверхности почвы влияет на накопление в ней воды в осенне-весенний период и на урожайность озимых зерновых культур.

Использование прямого посева (no-till) озимых зерновых культур на фоне различных предшественников в севообороте и одновременного внесения органических и минеральных удобрений, не позволяет выделить отдельно роль органических удобрений. С этой целью были проанализированы данные, полученные в многолетнем полевом эксперименте по экологическому земледелию, начатому в 1989 году в отделе земледелия НИИ ПК «Селекция». Эксперимент включал в себя три севооборота, в том числе два со смесью

многолетних трав, на фоне четырех систем удобрённости (абсолютный контроль, навоз, навоз + РК и навоз + NPK). Использование минеральных удобрений в эксперименте объясняется необходимостью определения их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы на фоне органических удобрений. Озимый ячмень во всех севооборотах и на всех фонах удобрённости высевали после уборки кукурузы на зерно. Полученные данные приведены в Таблице 4.5.

Таблица 4.5. Урожайность озимого ячменя в севообороте вместе и без смеси многолетних трав (злаковые и бобовые на зеленую массу), на фоне разных систем удобрения, в среднем за 2015-2018 гг., т/га

<i>Система удобрения в севообороте</i>	<i>Севооборот со смесью люцерны и райграса на зелёную массу</i>		<i>Севооборот без смеси люцерны и райграса на зелёную массу</i>	
		$\pm, \%$		$\pm, \%$
Без удобрений (контроль)	2,49	-	2,72	-
Навоз	4,44	+1,95/78,3	4,71	+1,99/73,2
Навоз + РК	4,67	+2,18/87,6	4,72	+2,0/73,5
Навоз + NPK	4,62	+2,13/85,5	4,86	+2,14/78,7
DL ₀₅	0,23			

Полученные результаты свидетельствуют о том, что дополнительное внесение минеральных удобрений на фоне органических (навоз) не способствует повышению урожайности озимого ячменя. В отсутствие органических удобрений урожайность озимого ячменя значительно снижается. Рост урожайности составил 1,95-2,18 т/га (78,3-87,6%), оставаясь без изменений под влиянием дополнительного использования минеральных удобрений.

Очевидна решающая роль применения навоза в повышении урожайности ячменя в консервативной системе земледелия. В отличие от минеральных удобрений, которые ускоряют процессы минерализации органического вещества, навоз способствует восстановлению плодородия почвы. Неэффективное использование азота из минеральных удобрений приводит к загрязнению подземных вод нитратами и атмосферы окислами азота, вызывающих глобальное потепление.

Многолетние травы в севообороте служат кормом для крупного рогатого скота, а навоз, используемый в качестве органического удобрения, позволяет наиболее рационально

восстановить плодородие почвы и избежать чрезмерного использования минеральных удобрений и пестицидов в севообороте, в частности, при прямом посеве озимых зерновых культур.

Об определяющей роли удобрения почвы навозом свидетельствуют и данные, полученные в том же эксперименте по экологическому земледелию на посевах озимой пшеницы, размещенных после предшественников с ранним сроком уборки (после вико-овсяной смеси на зелёную массу и после смешивания люцерны с райграсом на зелёную массу) в севообороте с обычной системой обработки почвы (сочетание рыхления и вспашки). При использовании навоза рост урожайности значительно ниже после ранних предшественников, чем после поздних (Таблица 4.6).

Таблица 4.6. Урожайность озимой пшеницы в севообороте вместе и без смеси многолетних трав на зелёную массу, на фоне разных систем удобрения в среднем за 2015-2018 гг., т/га

<i>Система удобрения в севообороте</i>	<i>Севооборот со смесью люцерны и райграса на зелёную массу</i>		<i>Севооборот без смеси люцерны и райграса на зелёную массу</i>	
		$\pm, \%$		$\pm, \%$
Без удобрений (контроль)	4,65	-	4,02	-
Навоз	5,11	+0,46/9,9	5,28	+1,26/31,3
Навоз + РК	5,18	+0,53/11,4	5,21	+1,19/29,6
Навоз + NPK	5,15	+0,50/10,8	5,29	+1,27/31,6

Серьезные различия сохраняются в росте урожайности при удобрении навозом в севообороте без многолетних трав. При применения органических удобрений для озимой пшеницы в севообороте с многолетними травами прирост урожайности в два раза выше, чем в севообороте без многолетних трав: 1,19-1,27 т/га (29,6-31 6%) против 0,46-0,53 т/га (9,9-11,4%), соответственно.

Таким образом, включение многолетних трав в севооборот позволяет снизить дозы органических и минеральных удобрений для получения более высоких урожаев.

В дальнейшем экспериментально следует установить следующее:

- насколько оправданным является размещение озимой пшеницы после различных предшественников при КСХ;

- как количество растительных остатков, использованных перед посевом, влияет на способность воды накапливаться в почве, степень прорастания семян и т. д.

Большее разнообразие культур в севообороте обеспечивает более высокие урожаи для каждой культуры в отдельности и для всего севооборота, чем в случае с бессменными посевами культур (Таблица 4.7). Влияние севооборота на каждую культуру различно.

Таблица 4.7. Эффект севооборота в длительных 7 и 10-и полных севооборотах НИИПК «Селекция», средняя за 1994-2010 гг., т/га и %

Культуры	Единицы измерения	10-польный севооборот		Севооборот на 7-ми полях		Бессменные посевы	
		Без удобрений	Удобрённый	Без удобрений	Удобрённый	Без удобрений	Удобрённый
Озимая пшеница	т/га	4,64	5,06	3,96	4,29	1,95	2,84
	± т/га	+2,69	+2,22	+2,01	+1,45	-	-
	%	137,9	78,2	103,1	51,1		
Сахарная свекла	т/га	33,21	43,00	23,00	38,55	9,05	17,81
	± т/га	+24,16	+25,19	+13,95	+20,74	-	-
	%	267,0	141,4	154,1	116,5		
Кукуруза на зерно	т/га	5,22	5,67	5,01	5,62	3,75	5,16
	± т/га	+1,47	+0,51	+1,26	+0,46	-	-
	%	39,2	9,9	33,6	8,9		
Подсолнечник	т/га	1,99	2,14	1,40	1,70	1,42	1,56
	± т/га	+0,57	+0,58	-0,02	+0,14	-	-
	%	40,1	37,2		9,0		

Самая высокая эффективность выявлена у сахарной свеклы и озимой пшеницы в 10-ти полном севообороте на неудобренном фоне (+24,16 т/га - 267,0%) и (+ 2,69 т/га – 137, 9%), соответственно. Эффективность севооборота для этих культур снижается на удобренном фоне - (+25,19 т/га - 141,4%) и (+2,22 т/га - 78,2%), соответственно.

Типичная для середины 70-х годов прошлого века идея о том, что при увеличении доз минеральных удобрений и применении химических средств для борьбы с болезнями,

вредителями и сорняками, роль севооборота снижается, не подтвердилась. Химические средства уменьшают эффект севооборота, но не заменяют его.

Меньше реагируют на севооборот кукуруза и подсолнечник. Эффект на удобренном фоне составил в среднем за 1994-2010 годы - (+1,47 т/га - 39,2%) и (+0,57 т/га - 40,1%), соответственно. На удобренном фоне эффект севооборота был значительно ниже для кукурузы на зерно - (+0,51 т/га - 9,9%), но остался на том же уровне для подсолнечника - (+0,58 т/га - 37, 2%).

Как и в случае чередования основных культур, совместимость промежуточных культур с основными еще предстоит изучить, чтобы избежать или уменьшить дефицит воды, питательных веществ, опасность поражения болезнями, вредителями и сорняками, аллелопатии и др. К сожалению, исследования по использованию промежуточных культур в севообороте в условиях Республики Молдова находится на начальной стадии даже для традиционного сельского хозяйства, не говоря уже о консервативном земледелии.

Другим главным принципом севооборота является чередование культур с различной глубиной проникновения корневой системы и использования воды и питательных веществ почвы.

Культуры со стержневой корневой системой, такие как сахарная свекла и подсолнечник, потребляют больше воды, чем другие, иссушая более глубокие слои почвы. После их уборки остается наименьшее количество влаги. В условиях засухи, которая может продолжаться 2-3 года подряд, в глубоких слоях почвы запасы воды не восстанавливаются до следующей весны. Размещение культур с одинаково глубокой корневой системой в одном севообороте способствует истощению запасов влаги и созданию искусственной засухи. Поэтому промежуток времени между их размещением должен составлять не менее 2-3 лет.

Использование воды из разных слоев почвы также влияет на урожайность озимых зерновых культур. Преимущество ранних предшественников для озимых зерновых заключается не только в получении раскустившихся посевов с осени, но и в более эффективном использовании влаги из глубоких слоев почвы.

Экспериментальные данные об использовании воды озимой пшеницей, высеваемой после различных предшественников и в бессменных посевах, представлены в Таблице 4.8.

Таблица 4.8. Эффективность использования почвенной влаги озимой пшеницей, высеваемой после различных предшественников и в бессменных посевах в среднем за 1992-2018 гг. Многолетний полевой опыт НИИ ПК «Селекция»

Слой почвы, см	Доступный запас воды в почве, мм		Расход воды из почвы, мм	Доля воды из слоя 0-100 см в общем расходе воды из слоя 0-200 см	Урожайность, т/га	Расход воды (тонн) на тонну зерна
	весна	к моменту уборки				
Озимая пшеница после люцерны третьего года жизни после первого укоса						
0-100	176,6	82,8	93,8	52,6	5,13	347,8
0-200	352,1	173,7	178,4			
Озимая пшеница после кукурузы на зерно						
0-100	184,7	79,5	105,2	70,8	3,71	400,3
0-200	322,8	174,3	148,5			
Озимая пшеница в бессменной культуре						
0-100	179,4	91,0	88,4	60,0	3,02	488,1
0-200	370,0	222,6	147,4			

При размещении озимой пшеницы после люцерны, на третий год жизни после первого укоса, доля водопотребления из слоя 0-100 см в общем водопотреблении из слоя 0-200 см составила 52,6%. Другими словами, одна половина общего водопотребления урожаем озимой пшеницы обеспечивается за счет первого метрового слоя почвы, другая - за счет второго метрового слоя почвы - 100-200 см.

Принимая во внимание более высокую урожайность, полученную при размещении озимой пшеницы после люцерны, 3 года жизни после первого укоса на зелёную массу, потребление воды на формирование одной тонны основной продукции составило 347,8 тонн, а в бессменных посевах 488,1 тонн.

Возможность использования воды из более глубоких слоев почвы в случае включения люцерны в севооборот крайне важна в засушливые годы (Таблица 4.9).

Таблица 4.9. Урожайность озимой пшеницы и кукурузы на зерно в различных севооборотах и в бессменной культуре в среднем за 2000-2015 гг., в том числе засушливые. Многолетний полевой опыт НИИ ПК «Селекция»

Культуры	Севооборот			Бессменные посевы
	70% пропашных культур	60% пропашных культур + 12 т/га навоза в севообороте	40% пропашных культур + 30% люцерны	
Среднее для 2000-2015				
Озимая пшеница	4,15	4,57	4,41	2,81
Кукуруза на зерно	5,63	5,84	6,15	5,45
Засушливый год - 2015				
Озимая пшеница	3,00	3,65	4,30	2,50
Кукуруза на зерно	2,92	3,91	4,50	0

Урожайность озимой пшеницы и кукурузы в севообороте с люцерной была значительно выше, чем в других севооборотах и при бессменном посеве, в засуху 2015 года. А урожайность кукурузы на зерно в 2015 году при бессменном посеве оказалась нулевой. Это говорит о том, что роль многолетних трав в севообороте возрастает в условиях засушливых периодов, участившихся в Республике Молдова.

Многолетние травы в севообороте способствуют накоплению большего количества органического вещества почвы в более глубоких слоях (Таблица 4.10).

Таблица 4.10. Изменение запасов органического вещества почвы за период с 1992 по 2015 годы в севообороте с люцерной и без нее, на типичном черноземе в Бельцкой степи, тонн углерода/га

Слои почвы, см	Севооборот с люцерной				Севооборот без люцерны			
	1992	2015	±	%	1992	2015	±	%
0-20	71,0	59,0	-12,0	17,3	66,7	52,6	-14,1	-21,1
20-40	69,6	63,9	-5,7	8,6	62,9	56,4	-6,5	-10,3

40-60	56,2	61,6	+5,4	9,6	51,5	52,5	+1,0	1,9
60-80	37,2	52,9	+15,7	42,2	31,1	38,1	+7,0	22,5
80-100	37,0	43,1	+6,1	16,5	19,3	27,7	+8,4	43,5
0-100			+9,2				-4,2	

Стоит отметить, что запас органического вещества почвы уменьшается в слоях 0-20 и 20-40 см даже при включении в севооборот многолетних бобовых трав. Учитывая расслоение почвенного профиля по содержанию органического вещества, особенно при использовании консервативной системы земледелия, необходимо следить за изменением плодородия почвы, за накоплением углерода не только в ее поверхностных слоях, но и по всему профилю. Кроме этого, восстановление плодородия в системе консервативного земледелия возможно при включении в севооборот смеси злаковых и бобовых трав с одновременным использованием навоза.

Таким образом, интеграция растениеводства и животноводства является одним из наиболее рекомендуемых для сельхозпроизводителей методов при переходе к системе устойчивого сельского хозяйства.

Не так давно один из авторов данного Учебника посетив производителей органических продуктов в Ровенской и Житомирской областях Украины, смог убедить украинских фермеров изменить свое отношение к процессу включения многолетних трав в севооборот и восстановлению животноводческой отрасли. Это привело к использованию кормовых культур в качестве благоприятных предшественников в севообороте, а также в качестве корма для животных.

Использование значительного количества растительных остатков вместе с навозом способствует накоплению в почве лабильного органического вещества, которое предопределяет качество (здоровье) почвы, благотворно влияя на ее агрофизические, агрохимические и биологические свойства (Таблица 4.11).

Таблица 4.11. Содержание углерода в лабильной фракции органического вещества почвы (по методу С. Камбарделла) при различных системах обработки и удобрения почвы в севообороте с и без смеси многолетних злаковых и бобовых трав, многолетний опыт НИИПК «Селекция», 2016 г.

		Контрольный (неудобренный)	Навоз + NPK
--	--	----------------------------	-------------

Система обработки почвы	Слой почвы, см	Севооборот без смеси многолетних злаковых и бобовых культур		Севооборот со смесью многолетних злаковых и бобовых культур		Севооборот без смеси многолетних злаковых и бобовых культур		Севооборот со смесью многолетних злаковых и бобовых культур	
		г /100	%	г /100	%	г /100	%	г /100	%
Вспашка отвальным плугом	0-20	122,0	4,9	124,0	5,1	203,0	7,8	248,0	9,7
	20-40	88,0	3,6	92,0	3,9	106,0	4,1	148,0	5,9
Безотвальная обработка почвы	0-20	119,0	5,0	162,0	6,3	276,0	10,0	358,0	12,8
	20-40	74,0	3,2	109,0	4,4	138,0	5,0	214,0	7,9

Данные из Таблицы 4.11 свидетельствуют о самом высоком содержании лабильной фракции органического вещества почвы при совместном применении навоза и многолетних трав в севообороте на фоне рыхления почвы (358,0 г/100г почвы). Можно предположить, что влияние КСХ с использованием прямого посева (no-till) будет способствовать еще большему накоплению лабильной фракции органического вещества почвы.

С помощью исследований остается установить качество лабильной фракции органического вещества почвы, поскольку отсутствие интенсивной работы почвы снижает интенсивность превращения органического вещества и его способность обеспечивать растения необходимыми питательными веществами в доступных формах.

Не менее важным является исследование разнообразия биоты почвы в превращении органического вещества, которое требует особого внимания при внедрении системы консервативного сельского хозяйства.

Следующим важным фактором при планировании севооборотов является необходимость предотвращения эрозии почв и засух.

В Республике Молдова эрозии почвы способствуют несколько факторов:

- пересеченный рельеф, с преимущественным расположением сельхозугодий на склонах;

- доминирование посевных культур в структуре посевных площадей;
- проливные дожди в период, когда почва не покрыта растительностью или растительными остатками;
- доминирование отвального плуга, который оставляет почву без покрытия и способствует усилению процессов минерализации органического вещества и, соответственно, ее уплотнению.

Безусловно, фермер не в состоянии изменить пересеченный рельеф или ливневый характер осадков в конце весны и начале лета. Но он может адаптировать систему земледелия к условиям ландшафта и климату в каждом населенном пункте.

Индустриализация сельского хозяйства, с использованием мощной с\х техники и высокой производительностью, способствовала расширению полей без учета особенностей их рельефа. Поэтому необходимо, чтобы размещение посевов в севооборотах проводилось дифференцированно, в соответствии с особенностями ландшафта. На участках с уклоном до 1° соотношение культур сплошного способа посева и пропашных культур может достигать 3:1 (пропашные культуры : культуры сплошного способа посева). На склоне в 5° это соотношение должно быть 1:1. На склонах с уклоном более чем 5° исключаются пропашные культуры. Участки с уклоном выше 7° исключаются из пахотного оборота.

Доля пропашных культур в севообороте должна быть коррелирована с возможностями восстановления плодородия почвы, исходить из особенностей структуры посевных площадей, из применяемых доз органических удобрений и источников растительных остатков. Принципиально важным является то, что каждый севооборот должен обеспечить положительный баланс органического вещества почвы.

Исключение отвального плуга и почвенное покрытие растительными остатками или живым растительным покровом из промежуточных культур создают благоприятные условия как для предотвращения эрозии почв, так и для уменьшения нерациональных потерь воды.

Эрозия почвы и засуха - это две стороны одной и той же медали, поскольку их проявление зависит от структуры почвы и степени ее покрытия растительными остатками. Преимущества консервативной системы земледелия состоят в том, что можно избежать вспашки земли отвальным плугом и сохранять постоянное покрытие почвы мульчей из растительных остатков или промежуточных культур.

Перманентное присутствие корневой системы растений способствует снабжению почвенной биоты энергетическим субстратом. Это улучшает структурирование почвы. Формирование стабильных структурных агрегатов повышает способность проникновения и накопления воды, что при наличии слоя мульчи на поверхности, уменьшает испарение влаги и защищает почву от эрозии. Отсутствие вспашки и мульча незаменимы для увеличения степени проникновения и накопления воды в поверхностных слоях почвы.

Что касается накопления влаги в более глубоких слоях, то здесь рекомендуется обязательно использовать бобовые и многолетние травы. Черноземные земли сформированы под многолетней растительностью, которая способствовала образованию глубоко профиля. Переход на однолетнюю растительность наряду с интенсивной вспашкой отвальным плугом, привела к резкому сокращению содержания органического вещества почвы в течение прошлого столетия.

Естественно, что ожидаемого эффекта от многолетней растительности в рамках севооборотов с большим разнообразием основных и промежуточных культур можно добиться только при наличии лесных полос и водохранилищ, которые помогают уменьшить эрозию и негативные последствия засух.

Другим важным принципом в планировании севооборота, как уже говорилось, является повышение способности сельхозкультур саморегулировать негативное воздействие болезней, вредителей и сорняков, и предотвращать усталость почвы. Здоровая почва способна с этим справиться. Помочь в этом ей может чередование культур с различными биологическими особенностями или насыщение севооборота культурами, обладающими аналогичными биологическими особенностями.

Высокое разнообразие культур на уровне ландшафта позволяет установить баланс между полезной и вредной энтомофауной. Не соблюдение этого правила и упрощение агроэкосистем привели к увеличению химической нагрузки с целью защиты растений на каждое поле в отдельности. Человек оказывается в «ловушке» собственных ошибок. Вместо того, чтобы анализировать причины появления болезней, вредителей и сорняков, продолжается «борьба» с их последствиями. Роль севооборота имеет решающее значение для профилактики всего комплекса негативных воздействий.

Одностороннее использование химических средств для «борьбы» с болезнями, вредителями и сорняками без соблюдения всей системы агротехнических мер при выращивании культур ухудшает фитосанитарное состояние посевов.

Увеличение разнообразия культур, смесь сортов или гибридов для каждой культуры, толерантной или восприимчивой к различным заболеваниям и вредителям, с большей биологической способностью конкурировать с сорняками, является самым надежным средством для дистресса их репродуктивного цикла и, как следствие, исключения необходимости чрезмерного использования фитосанитарных продуктов. Надо отметить, что ротация культур более эффективна в регулировании степени ущерба, вызванного болезнями и вредителями в почве, но менее полезна в борьбе с организмами, распространяющимися по воздуху.

Роль севооборота сохраняется даже в условиях полного исключения вредителей, болезней и сорняков в надземной части агрофитоценоза. Многообразие культур обеспечивает высокое разнообразие и лучшую среду для различных групп микроорганизмов по всей трофической цепи почвы, что способствует улучшению ее здоровья. Эффективность севооборота (разница в урожайности культур в севообороте и в постоянных культурах) обусловлена не только более благоприятными фитосанитарными условиями в надземной части растений, но и более благоприятным фитосанитарным состоянием почвы.

Из вышеперечисленных принципов планирования севооборота мы будем учитывать следующие:

- бобовые кормовые культуры будут чередоваться с культурами потребляющих больше азота;
- через два-три года после многолетних бобовых культур будут выращиваться культуры с большим потреблением азота (овес, ячмень);
- исключается выращивание одной и той же культуры (или культур с одинаковыми биологическими особенностями), повторяющихся на том же поле, во избежание болезней, вредителей и нематод;
- следует учитывать положительную роль промежуточных культур в сокращении атак болезнями, вредителями, сорняками и нематодами основных культур в севообороте;
- исключение черного пара в качестве предшественника для озимых зерновых или других культур, исходя из его негативного влияния на плодородие почвы, в том числе на способность к накоплению воды и продуктивность всего севооборота.

При разработке севооборотов по каждому отдельному хозяйству учитывается ряд факторов: обеспечение рабочей силой и сельскохозяйственной техникой; востребованность на рынке сельхозпродукции, выращенной в стране; возможность восстановления плодородия почвы с использованием внутренних источников путем рациональной интеграции растениеводства и животноводства и др. Классический норфольский севооборот - прекрасный пример интеграции растениеводства и животноводства, где из 4 сельскохозяйственных культур (яровой ячмень + клевер - клевер - озимая пшеница - кормовая свекла или кормовая редька/турнепс) три использовались в качестве корма для животных. В этом случае представляют интерес расчеты баланса углерода, азота, других минеральных элементов и энергии, сделанные в рамках хозяйства в целом, а не по каждому полю в отдельности.

Данный аспект имеет важное значение и при оценке урожайности, и при оценке дохода, полученного в полном объеме, а не по каждой культуре в отдельности. Зачастую сельхозпроизводители судят о результатах (при анализе всего года), не имея всех культур, что не позволяет сделать объективный вывод об устойчивости предлагаемого севооборота.

Чтобы обеспечить успешное внедрение консервативной сельскохозяйственной системы, необходим переходный период. Так считает и Джон Н. Лендерс, председатель бразильской фермерской ассоциации в Серрадо, который поделился с нами опытом внедрения системы КСХ с применением нулевой обработки почвы. Вот основные принципы:

1. Консервативная сельскохозяйственная система может применяться на почвах с благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами, где нет проблем с т.н. «плужной подошвой».
2. Использование механических инструментов для разуплотнения более глубоких слоев почвы в случае обилия биомассы неэффективно даже на тяжелых почвах. Другими словами, биомасса культур более эффективна для разуплотнения тяжелых почв по сравнению с механической обработкой. Принципиально важно, чтобы обильная биомасса была равномерно распределена по поверхности.
3. Продуктивность достаточного количества биомассы должна быть минимум 6 т/га/год с энергичной корневой системой, которая позволяет реструктурировать почву и увеличить проникновение воды.

4. Система удобрений должна быть эффективна не только для каждой культуры в отдельности, но и для всего севооборота. В результате этого значительно возрастает роль плодородия почвы.

5. Включение и чередование злаковых и зернобобовых культур, в том числе промежуточных, является обязательным для увеличения воздушной биомассы и предотвращения дефицита азота с одновременным накоплением углерода в почве.

6. При применении нулевой обработки почвы увеличивается содержание фосфора и калия, что позволяет снизить дозы применяемых удобрений. Одновременно на ранних стадиях нулевой обработки происходит иммобилизация азота при разложении растительных остатков на поверхности почвы. Это требует в первые годы внедрения КСХ, увеличения доз минеральных удобрений на 25-30%. Использование минеральных азотных удобрений на поверхности почвы приводит к огромным потерям азота (до 70%), поэтому применять их рекомендуется при посеве с использованием по-till.

7. Севооборот играет центральную роль в предотвращении болезней, вредителей и сорняков.

8. Включение многолетних трав и пастбищ в севооборот способствует улучшению качества почвы за счет ее структурирования и снижает опасность заражения болезнями, вредителями и сорняками.

9. Промежуточные посевы в севообороте, вплоть до посева основных культур, позволяют уменьшить и даже исключить использование гербицидов.

10. Необходимо проявлять осторожность при обработке промежуточных культур гербицидами. Если растительная масса обильна, то необходимо выждать три недели, чтобы избежать отрицательного влияния продуктов аллелопатии в результате разложения растительных остатков, особенно корней. Так же опасно опрыскивание гербицидом после посева основной культуры.

11. Скашивание зерновых культур, используемых в качестве промежуточных, не рекомендуется до образования метелки, поскольку это приводит к появлению новых побегов разного возраста (просо).

12. Соевые бобы можно посеять с применением по-till на деградированных лугах или в естественных лугах, заделывая семена на глубину 12-15 см.

13. Защита почвы от эрозии возможна только в том случае, если 70% поверхности покрыто растительными остатками.

14. Сохранение поля под сорняками не оправдано из-за небольшой биомассы.

15. Использование гашеной извести на поверхности почвы достаточно в количестве 1 т/га, по сравнению с объемами, применяемыми в обычном земледелии. Большее количество

кальция может способствовать дисбалансу микроэлементов (магния для сои и цинка для кукурузы).

16. Не рекомендуется использовать под консервативное земледелие всю площадь хозяйства. Первоначально систему нулевой обработки практикуют обычно на 10% территории.

Несмотря на то, что любой новый процесс дает возможность учиться на собственных ошибках, одновременно необходимо извлекать опыт из ошибок местных коллег и аграриев всего региона.

Часто сельхозпроизводители делают необоснованные выводы о консервативной системе сельского хозяйства.

1. Система no-till обречена на неудачи на тяжелых почвах, и избежать вспашки отвальным плугом в таком случае не представляется возможным.

В реальности систему no-till можно практиковать на всех почвах и для всех культур при правильном выборе сеялки. Поверхностный слой почвы постепенно обогащается органическим веществом, и его структура улучшается.

2. Бобовые и кормовые культуры менее выгодны, чем зерновые культуры в севообороте.

Для экономической оценки выращивания бобовых и кормовых культур недостаточно анализа каждой культуры в отдельности. Необходимо принимать во внимание весь севооборот. Более объективной является общая оценка отраслей растениеводства и животноводства по всему хозяйству.

3. Практика использования КСХ при отсутствии вспашки отвальным плугом приведет к появлению на полях болезней, вредителей и сорняков, что создаст необходимость применять большее количество ресурсов, особенно пестицидов.

Консервативная система земледелия предусматривает не только отказ от применения отвального плуга, но и соблюдение всей системы земледелия, что уменьшает риск снижения уровня урожайности. Следует признать, что острой проблемой до сих пор остаются грызуны.

Включение бобовых культур в севооборот позволяет снижать дозы азота и фосфора из минеральных удобрений, наряду с применением пестицидов.

4. No-till противоречит всем сельскохозяйственным знаниям и практикам в традиционном земледелии.

Считается, что аккуратное поле – это вспаханное поле, лишенное растительных остатков и сорняков. Тех, кто не соблюдает эти правила, называют ленивыми и нерадивыми хозяевами. Устаревший менталитет становится самым серьезным барьером на пути консервативной системы сельского хозяйства. Всеобщее понимание центральной роли плодородия почвы, особенно в условиях глобального потепления, позволит преодолеть психологические барьеры, связанные с расширением площадей под КСХ.

Биологическая обработка почвы против механической

Дискуссии по поводу механической обработки почвы, особенно с использованием отвального плуга, велись на протяжении всей истории развития сельского хозяйства. В Бессарабии всегда находились ярые сторонники обработки с плугом и без.

Иван Овсинский в работе «Новая система земледелия» поддерживает идею работы на поверхности почвы (до 5 см). Его сельскохозяйственная деятельность была связана с Окницким, Дрокиевским и Дондюшанским районами.

В то же время на экспериментальной станции в селе Плоть Рыбницкого района, проводились исследования, результаты которых были изложены в публикациях директора станции, князя П.П. Трубецкого. В них говорится о необходимости проведения ежегодной вспашки отвальным плугом на глубине 20-22 см.

Мнение о ежегодной вспашке отвальным плугом было выдвинуто русским агрономом-почвоведом, академиком Василием Вильямсом, сторонника севооборота со смесью многолетних трав бобовых и злаков. Эта идея была раскритикована другим академиком, Николаем Тулайковым, который сомневался в необходимости обязательного включения многолетних трав в севооборот в засухоустойчивых районах России и вспашки на рекомендуемой Вильямсом глубине, предлагая делать это на глубине 12-15 см.

Значительное влияние на развитие новых тенденций в обработке почвы оказала работа «Безумие пахаря» американского фермера Эдварда Фолкнера, одного из зачинателей органического земледелия в Америке. Так, автор считал, что использование отвального

плуга при вспашке является одной из самых больших ошибок. Эта идея внесла большой вклад в продвижении системы консервативного сельского хозяйства в США после пыльных бурь в 1933 году, которые нанесли серьезный ущерб сельскому хозяйству американских штатов.

В бывшем СССР против вспашки отвальным плугом выступал селекционер и новатор сельского хозяйства Терентий Мальцев из Курганской области. Его идеи были подхвачены сотрудниками Института зерновых культур в Казахстане под руководством академика Александра Бараева. С/х техника для обработки почвы плоскорезом была распространена по всему бывшему СССР, в том числе в Молдове.

Следует отметить, что изучение способов обработки почвы проводилось отдельно от изучения других технологических процессов севооборота и их взаимодействия с чередованием культур, а также с изолированной системой удобрения. Между тем, за многие годы был накоплен практический опыт по сокращению или полному исключению вспашки почвы отвальным плугом в различных почвенно-климатических условиях. Приведем только несколько аргументов против использования отвального плуга.

- 1. Дифференциация пахотного слоя после обработки почвы, что является естественным для природных экосистем, где нет вмешательства человека.** Это противоречит утверждениям академика Василия Вильямса, что слой 0-10 см теряет свое плодородие, особенно гранулированную структуру, в отличие от слоя 10-20 см.
- 2. Неэффективность вспашки отвальным плугом для накопления воды в почве по сравнению с безотвальным способом.** В засушливые годы – полный приоритет принадлежит обработке безотвальными орудиями для накопления влаги. Хорошо известны мнения российских ученых Василия Докучаева и Александра Измаильского, работавших в степных условиях, о том, что способность почвы накапливать воду определяется не столько способом ее обработки, сколько структурным состоянием и почвенным покрытием растительными остатками. Этот тезис в дальнейшем был поддержан и другими учеными.
- 3. Доля обработки почвы в формировании урожайности незначительна по сравнению с севооборотом и удобрением.**

В Таблице 4.12 представлены экспериментальные данные, полученные в НИИ ПК «Селекция» в многолетнем эксперименте по изучению действия и взаимодействия различных систем обработки почвы (отвальной и безотвальной) и систем удобрения (без удобрения, навоза; навоз + NPK) в севообороте, с добавлением и без смеси бобовых на зеленую массу, в культуре озимой пшеницы и кукурузы на зерно.

Таблица 4.12. Урожайность озимой пшеницы и кукурузы на зерно под влиянием различных систем обработки и удобрения почвы в севообороте, с и без смеси злаковых и бобовых трав, в среднем за три полные ротации культур в севооборотах, средняя за 1996-2016, т/га и %. Многофакторный опыт НИИ ПК «Селекция»

Система обработки почвы	Севооборот без многолетних трав			Севооборот с многолетними травами		
	Контроль (без удобрения)	Навоз	Навоз + NPK	Контроль (без удобрения)	Навоз	Навоз + NPK
Озимая пшеница						
Вспашка отвальным плугом	2,85	3,30	4,10	4,40	4,44	4,51
Разрыхление почвы	2,82	3,23	4,16	4,32	4,42	4,55
Разница ($\pm$ и%)	-0,03/1,1%	-0,07/2,1%	+0,06/1,5%	-0,08/1,8%	-0,02/0,5%	+0,04/0,9%
Кукуруза на зерно						
Вспашка отвальным плугом	4,76	4,99	5,06	5,14	5,14	5,31
Разрыхление почвы	4,74	4,82	4,93	5,10	5,11	5,20
Разница ($\pm$ и%)	-0,02/0,4%	-0,17/3,4%	-0,13/2,6%	-0,04/0,8%	-0,03/0,6%	-0,11/2,1%

Влияние обработки почвы, независимо от севооборота и системы удобрения, минимально и варьирует от 0,02 т/га (0,5%) до 0,08 т/га (1,8%). С другой стороны, система удобрения оказывает существенное влияние в севообороте без смеси бобовых и злаков, оставаясь незначительной при использовании смеси многолетних трав.

Таким образом, механическую обработку почвы может заменить биологической обработкой. Для этого важно обеспечить почвенную биоту энергетическим материалом.

Проанализировав накопление воды весной под озимой пшеницей в том же многофакторном опыте за 1998-2014 гг., мы наблюдаем небольшой приоритет вспашки отвальным плугом по отношению к рыхлению почвы на обоих удобрительных фонах, независимо от изучаемого севооборота, как для слоя почвы 0-100 см, так и 0-200 см (Таблица 4.13).

Таблица 4.13. Запасы воды, доступные в почве весной под озимой пшеницей, при ее размещении в различных системах обработки и удобрения в севообороте, с и без многолетних трав, в среднем за 1998-2014 гг, многофакторный опыт НИИ ПК «Селекция»

Система обработки почвы	Слой почвы, см	Севооборот без многолетних трав		Севооборот с многолетними травами	
		Контроль (неудобренный)	Навоз + NPK	Контроль (неудобренный)	Навоз + NPK
Сочетание вспашки и рыхления в севообороте	0-100	167,8	168,6	170,3	166,7
	0-200	347,1	342,5	347,0	339,8
Рыхление	0-100	158,2	151,5	155,7	148,0
	0-200	335,8	316,2	321,8	313,9

Потребление воды за вегетационный период озимой пшеницей (разница в весенних и осенних запасах воды) при совмещении в севообороте вспашки и рыхления почвы, включая вспашку непосредственно под озимой пшеницей, значительно выше, чем при безотвальной обработке почвы в обоих севооборотах и в обеих системах удобрения (Таблица 4.14).

Таблица 4.14. Потребление воды в период вегетации озимой пшеницы и эффективность использования воды в зависимости от обработки почвы и системы удобрения, с и без смеси многолетних трав, в среднем за 1998-2014 гг., многофакторный опыт НИИ ПК «Селекция»

Система обработки почвы	Слой почвы,	Севооборот без многолетних трав		Севооборот с многолетними травами	
		Контроль (неудобренный)	Навоз + NPK	Контроль (неудобренный)	Навоз + NPK

	см	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Сочетание вспашки и рыхления	0-100	70,6			95,3			100,7			88,8		
	100- 200	139,6	50,6	468,5	181,3	52,6	395,8	193,2	52,1	409,3	177,6	50,0	36
Рыхление	0-100	63,7			68,6			73,4			61,7		
	100- 200	114,5	55,6	371,7	146,8	46,7	315,7	154,0	47,7	329,0	140,8	43,8	28

Аннотация:

1. Расход воды в течение вегетационного периода, мм.
2. Доля слоя 0-100 см в общем расходе воды из слоя 0-200 см, %
3. Эффективность использования воды из слоя почвы 0-200 см, т воды/т зерна

Однако эффективность использования воды в формировании единицы урожайности озимой пшеницы значительно выше на фоне рыхления почвы, чем при сочетании вспашки и рыхления. Таким образом, расход воды на формирование одной тонны урожая озимой пшеницы на неудобренном фоне, при вспашке и рыхлении почвы в севообороте без многолетних трав, составил 468,5 тонн, а с многолетними травами - 409,3 тонны. При внесении минеральных удобрений на фоне органических, этот показатель снизился до 395,8 и 363,2 тонн, соответственно.

При рыхлении, потребление воды для образования одной тонны зерна озимой пшеницы на неудобренном фоне, в севообороте без и с многолетними травами составило 371,7 и 329,0 тонн, соответственно. В случае удобренного фона эффективность использования воды увеличилась на 315,7 и 287,3 тонн, соответственно.

Очевидно, что рыхление одновременно с применением многолетних трав способствует более рациональному использованию почвенной воды. Это обеспечивает высокую устойчивость к изменению климата, в частности, в условиях участвовавших засушливых периодов. Очень важно отметить, что доля слоя 0-100 см в общем расходе воды при рыхлении, в севообороте со смесью многолетних трав на плодородном фоне составляет 43,8%, что является самым низким показателем по сравнению с другими изученными

вариантами. Так, озимая пшеница на взрыхлённой почве, на удобренном фоне, в сочетании со смесью многолетних трав, в основном потребляет воду (56,2%) из слоя 100-200 см, что придает урожаю большую устойчивость к засухе. Даже на неудобренном фоне, в севообороте с многолетними травами и при рыхлении почвы, доля слоя 0-100 см в общем водопотреблении слоя 0-200 см составляет 47,7%, что также способствует ее устойчивости к засушливым периодам.

4. **Значительное снижение расхода топлива при работе с почвой.** По данным холдинга «Агросоюз» в Днепропетровской области (Украина), потребление дизельного топлива при использовании системы no-till снизилось со 100 до 25 л/га. Производственные затраты уменьшились с 30 до 50%, что значительно увеличило получаемый доход с единицы площади.

Крупная ошибка, сделанная на маленькой территории, имеет меньше негативных последствий, чем маленькая ошибка, совершенная на больших площадях. Поэтому естественно, что при переходе на новую систему консервативного земледелия, необходимо учесть опыт тех, кто уже извлек уроки из собственных экспериментов. Важно, начав с малого, постепенно расширять территорию КСХ, чтобы учитывать собственный позитивный или негативный опыт.

Успех приходит только в случае системного, а не редуccionистского (упрощенного) подхода. Одна лишь замена почвообрабатывающих орудий, включая отвальный плуг, на сельскохозяйственные машины для no-till посева, может не только не решить проблему, но даже усугубить ситуацию. Система no-till может быть успешно реализована при соблюдении трех фундаментальных принципов КСХ, примененных одновременно. Сеялки no-till никак не смогут заменить всю систему земледелия, предназначенную для обеспечения устойчивого развития в экономическом, экологическом и социальном плане. Поэтому авторы еще раз подчеркивают, что КСХ подразумевает соблюдение технологий выращивания культур в рамках обоснованной системы земледелия.

5. **Снижение неоправданных потерь органического вещества почвы в результате интенсивных процессов минерализации в условиях повышенного доступа кислорода.**

Исследования, проведенные в отделе земледелия НИИ ПК «Селекция» показали, что ежегодные некомпенсируемые потери органического вещества почвы в севообороте с 57,2% пропашных культур, при ежегодном внесении 5,7 тонн навоза на 1 га площади, составили 0,5 т/га при отказе от вспашки отвальным плугом. В случае ежегодного применения отвального плуга для всех культур севооборота на 7 полях, ежегодные некомпенсируемые потери органического вещества составляли 1,1 т/га.

В случае применения отвального плуга, включение люцерны в севооборот без дополнительного использования навоза, не позволяет компенсировать ежегодные потери минерализации.

Экспериментальные данные, представленные в предыдущей главе, подтверждают первостепенную роль плодородия почв в формировании уровня урожайности, поэтому восстановление плодородия путем соблюдения всех необходимых мер, является единственным способом перехода к устойчивой системе земледелия.

Американский почвовед Уильям Альбрехт писал в 1938 году, что органическое вещество почвы должно рассматриваться как одно из высших национальных богатств страны.

Механическая обработка почвы или ее механическое нарушение приводит к: интенсификации процессов разложения органического вещества: деградации структуры; сокращению биоразнообразия; изменению отношений между грибами и бактериями в сторону бактериального доминирования; снижению биологической способности фиксировать азот атмосферы; увеличению риска выщелачивания питательных веществ, особенно подвижных форм азота; увеличению выбросов парниковых газов и т. д. Все они вместе снижают уровень устойчивости применяемых сельскохозяйственных систем.

Отрицательное воздействие механической обработки почвы на ее физические, химические и биологические свойства также способствует снижению эффективности использования почвенной воды ввиду уменьшения проникновения влаги; усиления поверхностных стоков; сокращения емкости накопления воды в почве; снижения пористости почвы и уменьшения глубины проникновения корней в почву и др.

Отказ от механической обработки способствует накоплению углерода посредством процессов фотосинтеза, выделению корневых экссудатов в почву, которые служат пищей для биоты, увеличения рециркуляции потока энергии и питательных веществ и т. д.

Здоровая почва способна оказывать экосистемные услуги, обеспечивая общество здоровой пищей, питьевой водой, возобновляемым топливом за счет сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу, путем уменьшения опасности эрозии почвы и так далее. От качества почвы зависит и качество жизни человека.

Эрнст Геккель, основатель экологической науки, отмечал, что здоровый человек не может существовать в больной среде.

Сельхозпроизводители часто приводят аргументы в пользу вспашки отвальным плугом. Среди них:

- значительное снижение степени зараженности семян сорняками, в частности, многолетними. То же самое относится к болезням и вредителям;
- формирование глубокого и равномерного слоя почвы, который обеспечивает растения водой и питательными веществами;
- интенсификация процессов гумификации органических удобрений при их внесении в более глубокие слои почвы.

Не будем забывать, что такие выводы были сделаны в однофакторных полевых опытах с раздельным изучением обработки почвы. Значительное снижение заражения посевов многолетними сорняками, а также создание глубокого и равномерного слоя плодородной почвы, зависит не только от метода или системы ее обработки, но и от сочетания с севооборотом, удобрения органическими удобрениями и правильного управления посевами. Обогащение нижних слоев земли органическими веществами намного эффективнее при использовании многолетних трав, которые имеют более обильную и более глубокую корневую систему, чем однолетние.

Польза консервативной системы земледелия сочетает не только преимущества отказа от отвального плуга, но и синергетический эффект минимального нарушения почвы, и максимальное биологическое разнообразие на уровне каждого поля в отдельности и на уровне ландшафта, в соответствии с агрономическими законами и экологическими закономерностями.

Агроэкология является базой КСХ, главная задача которой - восстановление жизнеспособности почвы. Только соблюдая основные агрономические законы (севооборот с большим разнообразием основных и промежуточных культур; закон возврата питательных веществ и энергии; закон равнозначности и незаменимости факторов и т. д.), мы можем в полной мере воспользоваться преимуществами консервативной системы земледелия, такими как:

- накопление органических веществ в почве;
- улучшение структуры почвы;
- улучшение аэрации и инфильтрации воды в почве;
- предотвращение эрозии почвы и снижение опасности негативного воздействия засух;
- снижение необходимости использования питательных веществ из минеральных удобрений, воды для орошения, химических средств для борьбы с болезнями, вредителями и сорняками;
- сокращение затрат на топливо и рабочую силу, сокращение времени с/х работ и т. д.

Вышеперечисленное не произойдет само по себе, без научной программы национального уровня, с участием не только исследовательских и образовательных учреждений, но и фермеров.

Сложившаяся ситуация обуславливает необходимость проведения системных исследований взамен технологических.

Соответственно, возрастает роль эксперимента в изучении влияния разных факторов на продуктивность сельскохозяйственных культур и плодородие почв в различных почвенно-климатических зонах Республики Молдова. Не может быть оправдана ориентация исследований на получение только краткосрочных экономических выгод, без понимания длительного воздействия применяемых методов и систем.

Необходимо изучить совместимость основных и промежуточных культур в севообороте, а также с растительными остатками, используемыми после уборки различных культур. Эти факторы влияют на урожайность как напрямую, путем водного и питательного режимов, так и косвенно - через фитосанитарное состояние посевов.

Накопление органического вещества в почве – процесс сложный и длительный. А разложение, наоборот, - легкий и быстрый. С помощью правильной системы земледелия можно установить баланс между двумя жизненно важными процессами (минерализации и гумификации), которые определяют функциональность почвы и ее способность предоставлять долгосрочные экосистемные и социальные услуги.

Схема севооборота (на склонах до 5°)

Для северной части Республики Молдова:

1. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу
2. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу
3. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу, 3 год жизни после первого скашивания
4. Озимая пшеница + промежуточные посевы
5. Сахарная свекла
6. Кукуруза
7. Горох на зерно
8. Озимая пшеница + промежуточные посевы
9. Сахарная свекла
10. Кукуруза на зерно

При отсутствии сахарной свеклы севооборот может быть следующим:

1. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу
2. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу
3. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу, 3 год жизни после первого скашивания
4. Озимая пшеница + промежуточные посевы
5. Кукуруза
6. Горох на зерно
7. Озимая пшеница + промежуточные посевы
8. Подсолнечник
9. Кукуруза на силос
10. Озимый ячмень + промежуточные посевы

В случае отсутствия смеси многолетних злаковых и бобовых трав:

1. Вика яровая в смеси с овсом на зеленую массу
2. Озимая пшеница + промежуточные посевы
3. Кукуруза
4. Горох на зерно
5. Озимая пшеница + промежуточные посевы
6. Кукуруза
7. Подсолнечник

В случае использования многолетних трав в качестве предшественника кукурузы на зерно:

1. Смесь многолетних трав
2. Смесь многолетних трав
3. Кукуруза
4. Соевые бобы
5. Озимый ячмень + промежуточные посевы
6. Горох на зерно
7. Озимая пшеница + промежуточные посевы
8. Яровой ячмень + смесь многолетних трав

Для центральных и южных районов Республики Молдова:

1. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу
 2. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу
 3. Смесь люцерны + райграс на зелёную массу, 3 год жизни после первого скашивания
 4. Озимая пшеница + промежуточные посевы
 5. Кукуруза
 6. Горох на зерно
 7. Озимая пшеница + промежуточные посевы
 8. Кукуруза
 9. Яровой ячмень, овес, озимый ячмень + промежуточные посевы
-
1. Смесь люцерны с райграсом на зеленую массу
 2. Смесь люцерны с райграсом на зеленую массу
 3. Смесь люцерны с райграсом на зеленую массу, 3 год жизни после первого скашивания
 4. Озимая пшеница + промежуточные посевы
 5. Кукуруза на зерно + промежуточные посевы
 6. Подсолнечник
 7. Вико-овсяная смесь на зеленую массу
 8. Озимая пшеница или озимый ячмень + промежуточные посевы
-
1. Вико-овсяная смесь на зеленую массу
 2. Озимая пшеница + промежуточные посевы
 3. Кукуруза
 4. Горох на зерно
 5. Озимая пшеница + промежуточные посевы
 6. Кукуруза
 7. Подсолнечник

Вопросы для самостоятельной проверки знаний:

1. Каковы принципы построения рационального севооборота?
2. Как можно обеспечить совместимость культур после разных предшественников и в разных севооборотах?
3. Каковы последствия несоблюдения чередования культур со сходными биологическими особенностями, в том числе с глубокой корневой системой?
4. Каковы основные факторы, влияющие на баланс органического вещества почвы? Как можно обеспечить бездефицитный баланс органического вещества почвы?

5. Почему эрозию и засуху называют двумя сторонами одной и той же медали?
6. Каковы меры по повышению саморегуляции посевов в борьбе с болезнями, вредителями и сорняками?
7. Приведите аргументы «за» и «против» обработки почвы отвальным плугом?
8. Перечислите основные факторы, определяющие возможность замены механической обработки биологической обработкой почвы?

5. УПРАВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ

Почва и растения представляют собой единую экосистему. Ее невозможно разрушить в течение короткого периода. Почва нуждается в покрове, который и формируют растительные остатки. Солома, корни, листья, обертки от початков и другие части растений, оставшиеся в поле от предшествующих культур, убранных для зерна или другой основной продукции, относятся к растительным остаткам. Остатками также можно считать покровные культуры с сухими сорняками или другой растительный материал. «Остатки» можно назвать отходами, которые остаются после того, как часть урожая отобрана, что-то оставлено или не пригодно. Однако, эти природные ресурсы являются невероятно ценными и считаются реальным богатством.

Накопление и сохранение растительных остатков на поверхности земли является одним из основных принципов консервативного сельского хозяйства. Большинство преимуществ КСХ базируются на постоянном покрытии почвы, и лишь некоторые – на отсутствии обработки. No-till с недостаточным количеством растительных остатков не позволит в полной мере воспользоваться КСХ. Применяя эту систему, фермеры должны направлять свои усилия на создание максимального количества биомассы.

Таблица 5.1. Влияние различных уровней покрытия почвы

Менее 5%	Самое низкое качество. Практически непокрытая почва
5-30%	Очень низкое качество. Подавляющее большинство остатков заделано в почву
30-60%	Низкое качество. Недостаточно для контроля водной и ветровой эрозии
60-80%	Относительное качество. Эффективный контроль ветровой эрозии

Более 80%	Высшее качество. Эффективный контроль водной и ветровой эрозии. Высокий уровень инфильтрации воды. Эффективное снижение испарения воды и борьбы с сорняками
--------------	--

Источник: Дерпи и Куллинан (2006)

5.1. Преимущества покрытия поверхности почвы растительными остатками в консервативном сельском хозяйстве

Преимущества покрытия поверхности почвы растительными остатками становятся более выраженными по мере увеличения их количества (см. Таблицу 5.1). Чтобы оценить преимущества остатков на ваших полях, вы можете выполнить наложение Таблиц 5.3 и 5.1. Например: после уборки озимой пшеницы на поверхности почвы остались 1344 кг/га растительных остатков (Таблица 5.3). Такое количество остатков будет покрывать около 50% поверхность почвы (Таблица 5.3). Это уровень низкого качества, недостаточный для контроля за водной и ветровой эрозией (Таблица 5.1).

Увеличение инфильтрации воды. Капли дождя, падая на поверхность земли, как снаряды разрушают структурные агрегаты, которые и так уже ослаблены интенсивной обработкой. Рассеянные частицы блокируют поры почвы и герметизируют ее поверхность, что препятствует проникновению влаги. Когда почва высыхает, образуется корка, которая мешает прорастанию семян. Покрытие почвы растительными остатками защищает ее поверхность от «бомбардировки» водными каплями. Такой эффект можно наблюдать даже в первый год консервативного сельского хозяйства, при условии, что почва покрыта достаточным количеством остатков.

Уменьшение испарения воды. Растительные остатки защищают и от солнечных лучей, уменьшая тем самым интенсивность испарения воды с поверхности почвы. Если заглянуть под растительные остатки, можно заметить, что земля под ними всегда влажная. На количество испарений влияют такие характеристики растительных остатков, как вертикальное, лежащее или взрыхлённое положения.

Увеличение количества воды, доступной для растений. Поскольку растительные остатки увеличивают инфильтрацию воды в почву и уменьшают ее испарение, при использовании КСХ у растений появляется больше влаги. Это снижает негативный эффект, оказываемый засухой, и, как следствие, обеспечивает даже в засушливый год высокий урожай, а также уменьшение риска потери растений. Через некоторое время, при повышении содержания

органического вещества, количество воды, которое можно удерживать, увеличивается, еще больше снижая риск засухи.

Уменьшение водной и ветровой эрозии. Эрозия почвы вызвана двумя природными силами: ветром и водой. Республика Молдова находится в географическом районе с высоким риском водной эрозии. Кроме этого, 2/3 пахотных земель расположены на склонах, где также велика вероятность ее развития. Снижение эрозии является одним из главных преимуществ консервативного земледелия и единственным шансом спасти чернозем от деградации. Чем больше влаги просачивается в почву, тем меньше воды стекает по поверхности. А растительные остатки, в свою очередь, снижают скорость водного потока на поверхности земли. Сочетание этих двух факторов и приводит к снижению водной эрозии. Остатки защищают почву и от ветра, который сквозь них не может пробиться к почве.

Повышенная биологическая активность. Остатки являются источником питания для почвенной фауны и флоры, а также средой обитания для многих организмов. Вот почему в консервативном земледелии популяции многих организмов растут. В традиционной системе, когда почва обрабатывается ежегодно, остатки (включая корни) смешиваются с влажной почвой. В условиях аэрации они быстро разлагаются микроорганизмами, после чего последние погибают, оставляя за собой доступный запас азота. В консервативном земледелии остатки, если их оставить на поверхности, разлагаются гораздо медленнее. Только та их часть, которая соприкасается с влажной почвой, разлагается флорой и фауной. Из-за наличия постоянного источника пищи, в почве появляются дождевые черви, которых после перехода на консервативное земледелие, можно обнаружить только через несколько лет. Это и есть показатель того, что биологическая активность и состояние почвы улучшаются.

Увеличение количества органических и питательных веществ в почве. Обработка почвы разрушает органическое вещество и соответственно снижает плодородие. В консервативном сельском хозяйстве разложение происходит медленнее, и, если имеется достаточное количество поверхностных остатков, дополняющих корневые, через определенный период времени образование органического вещества будет преобладать над разложением. Это основа для повышения плодородия и производительности в консервативном земледелии. С увеличением содержания органического вещества растет и качество структурных агрегатов благодаря вновь образовавшемуся гумусу, который

действует как клей. С ростом содержания органического вещества увеличивается доступное количество питательных веществ и улучшаются свойства почвы.

Смягчение температуры почвы. Растительные остатки покрывают поверхность почвы и защищают ее от солнечных лучей. В течение дня почва не нагревается так сильно, как без растительного покрытия. Ночью остатки действуют как одеяло и сохраняют тепло. В конце весны, когда земля прогревается медленно, это может вызвать некоторые проблемы при прорастании семян.

Уменьшение засорённости. Сорняки ингибируются растительными остатками. При покрытии почвы средним количеством растительных остатков, некоторые сорняки все же появляются, но в то же время наблюдается уменьшение их количества. Сочетание разных методов управления в консервативном земледелии способствует значительному сокращению популяции сорняков.

Количество остатков на поверхности почвы зависит от нескольких факторов. Наиболее важными из них являются: растения, выращенные в предыдущем году; севооборот; условия увлажнения; размер склона; свойства почвы; метод и техника, использованные при уборке предшествующей культуры; используемая система удобрения и сеялка, которой будет проводиться посев в следующем году.

5.2. Приёмы, используемые в управлении растительными остатками

Чтобы растительные остатки выполняли свои функции, ими нужно умело управлять. Для этого в консервативном сельском хозяйстве существует особое понятие: **менеджмент** (управление) **остатками**, который предполагает управление с помощью механических и биологических методов.

Основным фактором, определяющим количество растительных остатков, является культивируемое растение. Именно растения, выращиваемые в севообороте год за годом, позволяют изменять количество остатков. С первых лет перехода на систему консервативного земледелия рекомендуется производить как можно большее количество растительных остатков, если это позволяют условия.

Количество остатков в 6-10 т/га было бы оптимальным, в том числе с растительной массой покровных культур.

В ассортименте культивируемых видов растений всегда встречаются сорта или гибриды, которые образуют большую растительную массу. Выращивание высокорослых сортов также способствует образованию обильной растительной массы.

ПРИМЕЧАНИЕ: Ни при каких обстоятельствах не рекомендуется сжигать солому! Солома может быть убрана с поля только тогда, когда ее количество слишком велико, и равномерное ее распределение затруднено.

В Молдове по количеству произведенных растительных остатков посевы можно разместить в следующем порядке: подсолнечник (4,3-5,9 т/га), кукуруза на зерно (3,1-5,7 т/га), пшеница озимая (2,3 - 4,4 т/га), горох на зерно (1,5-2,0 т/га) (С. Zagorcea, 1990).

Управление растительными остатками в посевах, которые оставляют стерню (особенно пшеница, ячмень, овес, рожь), начинается с периода уборки урожая, когда после прохождения комбайна остается солома.

Распределяйте солому как можно более равномерно по поверхности почвы. Избегайте остановки комбайна в поле во время уборки урожая. Когда необходимо остановить комбайн, его опорожнение должно производиться во время движения, а не после его остановки, чтобы избежать образования груд соломы на земле.

Избегайте изменения траектории движения комбайна, когда дует ветер. Сильный ветер приведет к неравномерному распределению растительных остатков на поверхности почвы, даже если комбайны оснащены оборудованием, подходящим для распределения соломы, особенно у мелкозёрных культур.

Лучший способ - использовать распределители соломы. Обратите внимание на распределение половы! Если полова распределяется неправильно, проблемы будут возникать на протяжении всего вегетационного периода. Первая проблема - низкое качество посева при перемещении сеялки по полове. Посевы будут плохо расти, всходы будут тонкими, не дружными и, в некоторой степени, подверженными болезням. В рядах половы можно увидеть интенсивный рост сорняков и самосейки. Могут возникнуть серьезные проблемы с тем фактом, что конкурентоспособность культур с сорняками снизится и, наконец, в этом случае созревание будет запоздалым, а уборка начнется позже.

Многие фермеры в целях максимально эффективного удержания снега стараются оставить как можно больше стерни. Но если стерни слишком много, это может привести к некоторым трудностям во время посева в следующем году. Экспериментирование с большим

количеством сельскохозяйственной техники позволяет определить оптимальный вариант. Чем выше производительность сеялки для очистки передней мульчи, тем меньше остается стерни. Как правило, фермеры, оставляющие стерню на высоте 25 см, получают наилучшие результаты.

Высота скашивания стерни является очень важным моментом и требует большого внимания. Культура и количество сформированной растительной массы определяют, какие варианты возможны. Если стерню скашивают на небольшой высоте, то уменьшается способность удерживать снег, и, вероятно, будет невозможно накопить больше воды. Скашивание на слишком большой высоте приведет к некоторым проблемам с очисткой зерна.

Стерня защищает почву от ветровой эрозии и удерживает снег, а ее разложение происходит довольно медленно, так как контакт между остатками стерни и почвы ограничен. Это приводит к высыханию стерни и снижению активности микроорганизмов. Когда контакт между остатками стерни и почвы увеличивается, благодаря тщательному распределению соломы, увеличивается скорость разложения, что повышает активность микроорганизмов и доступность воды.

Если надлежащим образом управлять растительными остатками, проблемы с болезнями, сорняками и вредителями остаются такими же, как и в условиях традиционного земледелия. Дополнительные затруднения возникают только при неправильном управлении. Проблемы с сорняками могут ухудшиться в условиях, когда солома и полова не распределяются равномерно. Обычно это происходит, если в более холодных условиях под «одеялом» растительных остатков культуры растут медленнее и чаще страдают от болезней. Если в консервативной технологии (как и в традиционной) возникают проблемы из-за болезней, то это показатель того, что севооборотам не уделялось должного внимания.

В отношении культур, которые оставляют не очень большое количество остатков, такие как рапс, соя, горох, горчица и лен. Здесь не требуется особого подхода. При их уборке следует придерживаться основных правил: равномерное распределение остатков по рабочей ширине комбайна; избегание гряд, борозд и отсутствие необходимости измельчения. Так растительные остатки будут полезны и смогут выполнять свои функции наилучшим образом.

Некоторые практики рекомендуют при уборке кукурузы на зерно отказаться от измельчения остатков. Лучше всего собирать только початки, а стебли оставлять в поле неизмельченными. Таким образом налицо несколько преимуществ: уборка урожая происходит быстрее, меньше нагрузка на комбайны и, соответственно, меньше затрат времени, топлива и запасных частей. Оставшиеся стебли кукурузы зимой будут накапливать максимальное количество снега. Сошник сеялки легче обрезает неизмельчённые растительные остатки, а измельченные будут перемещены в ряд посева. Насколько острым будет диск сошника и чем больше будет опорная поверхность остатков по отношению к почве, тем легче их будет срезать. Чем меньше поверхность опоры, тем больше вероятность того, что сошник не будет срезать растительные остатки, а подтолкнет их. Наличие остатков в семенном ложе создаст проблемы при равномерном прорастании семян. Для начинающих фермеров в системе no-till лучшим вариантом будет тщательное измельчение остатков кукурузы (либо комбайном, либо измельчителем, и использование сеялок со всем набором приспособлений для качественного посева). Органы очистки остатков будут сопровождаться открывающим диском, за которым, в свою очередь, последует сошник, открывающий борозду.

Остатки подсолнечника можно измельчать и равномерно распределять по поверхности почвы. Таким образом, они будут иметь прямой контакт с влажной землей, что поспособствует быстрому разложению остатков. Оставшись стоя, они будут лучше удерживать снег и разлагаться медленнее.

Практика рационального севооборота предусматривает чередование разных групп культур. Растительные остатки различных культурных растений имеют разное отношение «углерод-азот» (C : N). Отношение углерода к азоту (C : N) представляет собой отношение массы углерода к массе азота в веществе. Например, соотношение C : N, равное 10 : 1, указывает на то, что на каждую единицу азота в данном веществе приходится десять единиц углерода. Поскольку соотношение C : N любого вещества в почве и на его поверхности может оказывать существенное влияние на покрытие почвы и круговорот питательных элементов (особенно азота), важно понимать эти соотношения при планировании севооборота и, соответственно, покровных культур.

Почвенные микроорганизмы имеют соотношение C : N близкое к 8 : 1. Они должны получать достаточно углерода и азота из окружающей среды, в которой они живут, чтобы поддерживать это соотношение в себе. Почвенные микроорганизмы используют углерод в качестве источника энергии. Очевидно, что не весь углерод, потребляемый почвой,

остается в их организме, часть его теряется в форме углекислого газа при дыхании. В то же время, чтобы получить углерод и азот, почвенный микроорганизм должен оставаться живым (поддержание организма + энергия), ему нужна диета с соотношением С : N, близким к 24 : 1, 16 частей углерода, используемых для энергии и восемь единиц для жизнедеятельности.

Например, если мы оставим солому люцерны на поверхности почвы (соотношение С : N 25 : 1), микроорганизмы в почве поглотят его относительно быстро, и почва вскоре станет голой, незащищенной, поскольку солома имеет близкое соотношение углерод-азот, необходимое почвенным микроорганизмам (24 : 1).

Что произойдет, если мы оставим на поверхности почвы, скажем, солому пшеницы с С : N 80 : 1? Поскольку микроорганизмы в почве нуждаются в идеально сбалансированном питании, а солома пшеницы имеет более высокое отношение углерода к азоту, чем 24 : 1, микроорганизмам необходимо будет найти дополнительный источник азота для потребления соломы пшеницы. Дополнительный азот должен поступать из любого избыточного источника азота, имеющегося в почве. Микроорганизмы будут медленно разлагать солому пшеницы, и почва будет оставаться покрытой в течение более длительного периода. Таким образом, растительные остатки бобовых и крестоцветных растений (горчица, рапс) быстро разрушаются микроорганизмами и не накапливаются на поверхности почвы. Остатки же зерновых и кукурузы медленнее разлагаются микроорганизмами, поэтому накапливаются на поверхности почвы.

Таблица 5.2. Соотношение С : N в остатках культурных растений, микроорганизмов и почвы

Материал	С : N	Материал	С : N
зерновые колосовые	80-82 : 1	зернобобовые	20-30 : 1
кукуруза	57 : 1	подсолнечник	60 : 1
горчица, рапс	33 : 1	лен	55 : 1
почвенные микроорганизмы (средне)	8 : 1	сено люцерны	25 : 1

Для усиления процесса разложения целлюлозы, который становится все более распространенным в сельскохозяйственной практике, применяются микропрепараты,

состоящие из различных смесей микроорганизмов, которые используют в качестве источника питания растительные остатки и фиксируют в то же время атмосферный азот.

Таблица 5.3. Процент покрытия остатками по отношению к массе остатков различных культур *

% покрыт ия	Зерновы е колосов ые, соя, горох, рапс	Кукуру за, сорго	Подсолнеч ник	% покрыт ия	Зерновы е колосов ые, соя, горох, рапс	Кукуру за, сорго	Подсолнеч ник
	остатки, кг/га	остатки , кг/га	остатки, кг/га		остатки, кг/га	остатки , кг/га	остатки, кг/га
1	17	20	45	51	1393	2312	3414
2	34	40	90	52	1442	2383	3523
3	50	60	134	53	1491	2455	3633
4	67	81	179	54	1541	2527	3743
5	84	101	224	55	1590	2594	3853
6	101	125	280	56	1642	2672	3967
7	118	150	336	57	1693	2746	4081
8	134	175	392	58	1745	2820	4196
9	151	199	448	59	1796	2894	4310
10	168	224	504	60	1848	2968	4424
11	188	269	562	61	1902	3062	4567
12	208	314	620	62	1955	3156	4935
13	228	358	679	63	2009	3250	5302
14	249	403	737	64	2063	3344	5669
15	269	448	795	65	2117	3438	5141
16	289	493	856	66	2175	3534	5289
17	309	538	916	67	2233	3631	5436
18	329	582	977	68	2292	3727	5584
19	349	627	1037	69	2350	3824	5732
20	370	672	1098	70	2408	3920	5880
21	392	717	1160	71	2477	4052	6085

22	414	761	1223	72	2547	4184	6290
23	437	806	1286	73	2616	4316	6495
24	459	851	1348	74	2686	4449	6700
25	482	896	1411	75	2755	4581	6905
26	504	941	1476	76	2832	4717	7114
27	526	986	1541	77	2907	4854	7323
28	549	1030	1606	78	2984	4990	7533
29	571	1075	1671	79	3060	5127	7742
30	594	1120	1736	80	3136	5264	7952
31	623	1169	1807	81	3268	5485	8153
32	652	1219	1873	82	3400	5707	8355
33	681	1267	1938	83	3532	5929	8557
34	710	1317	2003	84	3664	6151	8754
35	739	1366	2094	85	3797	6373	8960
36	771	1418	2168	86	4405	6599	>8960
37	802	1469	2511	87	4558	6825	>8960
38	833	1521	2594	88	4711	7051	>8960
39	865	1572	2676	89	4864	7277	>8960
40	896	1624	2759	90	5017	7504	>8960
41	939	1684	2547	91	4704	7795	>8960
42	981	1745	2775	92	4928	8086	>8960
43	1024	1805	3003	93	5152	8377	>8960
44	1066	1866	3232	94	5376	8669	>8960
45	1109	1926	2878	95	5600	8960	>8960
46	1156	1989	2963	96	6104	>8960	>8960
47	1203	2051	3048	97	6608	>8960	>8960
48	1250	2114	3133	98	7112	>8960	>8960
49	1297	2177	3218	99	7616	>8960	>8960
50	1344	2240	3304	100	8120	>8960	>8960

* Таблица взята из пособия «Corn&soybeans. Crop Residue Guide» под редакцией USDA, NRCS

<https://www.mssoy.org/uploads/files/nrcs-ag-67.pdf>

Вопросы для самостоятельной проверки знаний:

1. Каковы преимущества покрытия почвы растительными остатками?
2. Зачем распределять солому равномерно по земле?

3. *Какими могут быть негативные последствия мякины в случае, если она не распределена равномерно?*
4. *Какие культуры не требуют особого подхода к управлению растительными остатками?*
5. *Как можно отрегулировать количество остатков в соответствии с севооборотом?*

6. ПОКРОВНЫЕ КУЛЬТУРЫ, ЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

6.1. Необходимость и значение покровных культур в консервативном земледелии

Почвопокровные культуры - это растения, которые выращиваются для обеспечения покрытия почвы и улучшения ее физических, химических и биологических свойств. Покровные культуры можно посеять самостоятельно или совместно с основной культурой. В консервативном земледелии почвопокровные культуры обычно оставляют на поверхности земли и заделываются в почву биологически, путем разложения. Отсутствие обработки почвы, поддержание растительных остатков, соблюдение рационального севооборота и использование покровных культур в равной степени способствуют устойчивости системы производства.

Польза покровных культур заключается в:

- производстве растительной массы, обеспечивающей покрытие почвы;
- увеличении содержания органического вещества и восстановлении структуры почвы;
- борьбе с эрозией;
- обеспечении растений фиксированным атмосферным азотом;
- сокращении потерь и реутилизации питательных веществ;
- снижении заражения вредителями, болезнями и нематодами;
- снижении засорённости.

Обеспечение покрытия почвы. Для успешного использования no-till покровные культуры необходимы, если остатков нет вообще или их мало. Уровень покрытия необходимо поддерживать на уровне свыше 50-60%. После уборки гороха, сои, кукурузы на силос, в некоторых случаях после сбора рапса, количество остатков может быть недостаточным.

При повышении биологической активности почвы в осенне-зимний период, большая часть остатков разлагается, и в преддверии посева позднелетних культур их количество может быть меньше, чем необходимо. Задача фермера – избежать ситуаций, при которой посев по системе no-till проводится без нужного объема растительных остатков. Внезапное нагревание и уплотнение почвы создают трудные условия для посева. Использование ячменя, ржи, пшеницы в качестве покровных культур может помочь исключить сложности при посеве позднелетних культур.

Покровная культура, содержащая зернобобовые или крестоцветные, с низким соотношением C : N, может следовать после базовой культуры с высоким соотношением C : N, такой как кукуруза или пшеница, чтобы помочь разложить остатки и позволить питательным веществам стать доступными для следующей культуры. Аналогичным образом покровная культура с высоким соотношением C : N, например, кукуруза, сорго, подсолнечник или просо, могут обеспечить покрытие почвы после урожая культур с небольшим количеством остатков и с низким соотношением C : N, таких как горох или соя.

Увеличение содержания органических веществ и восстановление структуры почвы.

Биомасса покровных культур является источником органического вещества, стимулирующего биологическую активность почвы. Органическое вещество почвы и остатки почвопокровной культуры улучшают физические свойства почвы:

- увеличивают инфильтрацию воды с помощью прямого воздействия покрытия остатками;
- восстанавливают структуру, что приводит к лучшему использованию питательных веществ и влаги;
- уменьшают корки на поверхности почвы, поскольку остатки перехватывают капли дождя, снижая дисперсию частиц почвы во время осадков или орошения;
- улучшают пористость почвы благодаря макропорам, которые образуются по мере того, как корни отмирают и разлагаются.

Сочная и богатая белками и сахарами органическая масса быстро разрушается, высвобождая питательные вещества и мало способствуя накоплению органического вещества в почве в долгосрочной перспективе. Органическая масса, богатая целлюлозой и лигнином, будет разлагаться медленно, возможно, даже временно связывать некоторые питательные вещества, но в итоге это будут способствовать более сильному образованию

устойчивого органического вещества или гумуса, что приведет к улучшению физических условий почвы, повышению способности сохранения питательных веществ и большей ёмкости обменных катионов.

Как правило, однолетние бобовые сочные. Они быстро выделяют азот и другие питательные вещества через активную фракцию, но не очень эффективны для образования гумуса. Зерновые и другие зернобобовые растения способствуют выработке гумуса более активно, чем бобовые. Многолетние бобовые, такие как белый и красный клевер, можно отнести к обеим категориям, так как их листья быстро разлагаются, а стебли и корни могут быть жесткими и волокнистыми, способствуя накоплению гумуса.

В то же время живые корни покровных культур действуют как сети, связывая частицы почвы вместе, образуя агрегаты. Такую же цель выполняют и гифы грибов, которые существуют в ассоциациях с корнями растений (микориза). Есть данные, свидетельствующие о том, что такие культуры, как суданская трава или зерновые колосовые, которые развивают мочковатую корневую систему, эффективны при разложении уплотненных почв в агрегаты. Корнеплоды (например, кормовая редька/редис) могут «просверлить отверстия» через уплотненные слои, создавая каналы для корней других растений.

Борьба с эрозией. Капли дождя, падающие с высокой скоростью, могут рассеивать частицы почвы, которые становятся уязвимыми для перемещения потоком воды. Любое покрытие поверхности почвы может заглушить часть силы проливных дождей, действуя как подушка против воды.

Покровные культуры способствуют:

- замедлению скорости отвода воды, что снижает пропускную способность почвы, создавая ряд препятствий из листьев, стеблей и корней, через которые вода должна проходить;
- повышению способности почвы поглощать и удерживать воду, улучшая структуру пор, тем самым предотвращая перемещение большого количества воды по поверхности почвы;
- стабилизации частиц почвы, содержащихся в корневой системе покровных культур.

Сокращение эрозии почв за счет выращивания покровных культур прямо пропорционально количеству покрытия почвы. Покрытие поверхности почвы на 40 процентов до наступления зимы может значительно уменьшить эрозию почвы до весны. Почвопокровные культуры заслуживают того, чтобы их высевали заранее, для обеспечения максимального почвенного покрытия до наступления зимы.

Следует учитывать все возможности посева покровных культур заблаговременно, как посев до уборки урожая различными машинами, так и посев сразу после уборки урожая.

Обеспечение растений фиксированным атмосферным азотом. Бобовые растения способны фиксировать атмосферный азот. Содержание азота в бобовых культурах и количество N, доступное для последующих культур, зависят от:

- вида бобовой культуры и ее адаптация к почвенно-климатическим условиям (см. Таблицу 6.1);
- количества остаточного азота;
- даты посева;
- даты окончания покровной культуры (уничтожения).

Ранний посев культуры образует большую биомассу и, соответственно, большее количество закрепленного азота. Содержание азота в бобовых культурах оптимально в фазе цветения. Бобовые могут вносить от 17 до 224 кг/га азота в последующую культуру. На их долю может приходиться не менее 30-60% N, произведенного бобовыми, что позволяет снизить потребности в азотных удобрениях. Для улучшения фиксации атмосферного азота, все семена почвопокровных бобовых культур перед посевом обрабатываются бактериальными штаммами, подобранными в зависимости от вида.

Почвопокровные культуры способствуют снижению потерь и круговороту питательных веществ. Количество нитратов, оставшихся неиспользованными в конце сельскохозяйственного сезона, полученные от разложения остатков или органических удобрений, подвержено выщелачиванию и может быть потеряно из почвенного профиля. Покровные культуры существенно уменьшают эти потери. Лучшими покровными культурами для сохранения нитратов являются злаковые, которые быстро формируют глубокие корневые системы сразу после уборки основной культуры. Озимая рожь - лучший выбор для улавливания питательных веществ после урожая, собранного летом. Устойчивость к низким температурам является большим преимуществом, которое

позволяет культуре продолжать расти до поздней осени и развивать корень глубже одного метра. В условиях мягкой зимы, рожь может расти и в зимние месяцы.

Почвопокровные культуры помогают вернуть другие питательные вещества в верхнюю часть профиля почвы из более глубоких горизонтов. Кальций и калий - два макроэлемента, имеющие тенденцию следовать за водой. Эти питательные вещества могут быть получены из глубоких слоев почвы любой покровной культурой с глубокими корнями. Когда покровная культура отмирает и разлагается, питательные вещества высвобождаются обратно в активное органическое вещество.

Хотя фосфор (Р) не подвержен выщелачиванию (поскольку он очень плохо растворим в воде), покровные культуры могут сыграть важную роль в увеличении его доступности. Гречиха и люпин, используемые в качестве покровных культур, выделяют кислоты в почву, что превращает фосфор в более растворимую форму, пригодную для использования растениями. Другие покровные культуры повышают доступность фосфора иным способом. Корни многих известных покровных культур, особенно бобовых, содержат полезные грибы, известные как микориза, которая вырабатывает эффективные средства поглощения Р из почвы, а потом передает его растениям-хозяевам. Гифы микоризных грибов расширяют корневую систему и помогают растениям получать больше фосфора из почвы. Сохранение Р в органической форме является наиболее эффективным способом поддержания его круговорота в почве.

Уменьшение заражения вредителями, болезнями и нематодами. С помощью системы no-till и при тщательном выборе сорта или гибрида, покровные культуры могут уменьшить инвазии, вызванные вредителями, болезнями, нематодами и сорняками. Культуры, обладающие способностью бороться с вредными организмами, помогают уменьшить зависимость от пестицидов и, как следствие, снизить затраты и химическое воздействие на персонал, защитить окружающую среду и повысить доверие потребителей к продуктам. Устойчивое управление вредными организмами начинается с создания здоровых почв. Исследования показывают, что культуры, выращенные на биологически активных почвах, лучше выдерживают давление вредных организмов, чем те, которые возделываются на почвах с низкой плодородностью, экстремальными значениями pH, низкой биологической активностью и разрушенной структурой почвы. Выращивание покровных культур повышает биологическую активность почв, поскольку они приносят несколько форм жизни одновременно, причем на одно и то же поле.

В сбалансированных экосистемах вредители уничтожаются их естественными врагами, полезными организмами. При применении химической обработки для уничтожения вредителей, погибают и их естественные враги. Для достижения устойчивой системы производства необходимо сохранять полезные организмы, сокращая использование пестицидов, выбирая из них наименее вредные, максимально избегая агротехнические приемы, такие как обработка почвы и сжигание, которые разрушают полезные организмы и их среду обитания. Надлежащим образом управляемые покровные культуры обеспечивают полезные организмы влагой, укрытием, пылью и нектаром. Покровные культуры в любом положении или форме: лежащие, увядшие, живые или полуразложившиеся - своим присутствием защищают полезные организмы и их среду обитания. Полезные организмы - помощники фермеров - все время голодны, готовы есть вредителей основной культуры, посеянной в остатках покровной. Конечная цель состоит в том, чтобы круглый год обеспечивать полезные организмы пищей и средой обитания, чтобы они присутствовали в основной культуре или рядом с ней.

Полевые культурные растения подвергаются воздействию очень широкого разнообразия микроорганизмов. При этом непосредственное заражение растений микроорганизмами встречается очень редко. Патоген должен пересечь несколько барьеров, чтобы вызвать заболевание стеблей, листьев или корней. Покровные культуры способствуют укреплению этих барьеров. Кутикула на поверхности растений является первым физическим барьером для их проникновения. Многие патогены и все бактерии попадают в растение через разрывы (например, язвы или естественные отверстия устьиц). Этот защитный слой может быть физически поврежден из-за обработки, распыления или в результате ветровой эрозии, под воздействием брызг почвы от дождя и воздушного орошения. Адъюванты к распыляемому раствору также могут повредить воск кутикулы, что приводит к различным заболеваниям. В системах no-till, с хорошо развитыми покровными культурами, культивации не производятся, и количество опрыскиваний может быть уменьшено. Образованная (мертвая или живая) мульча покровных культур удерживает почву и защищает растения от повреждения кутикулы.

Использование конкретных покровных культур с нематоцидным эффектом может постепенно уменьшить популяцию нематод в поле. Покровные культуры, выращиваемые в Молдове, с документированным эффектом нематоцида, по крайней мере одного вида нематод, представляют собой гибрид сорго и суданской травы (*Sorghum bicolor* - *S. bicolor*

var. Sudanese), рапса (*Brassica rapa*), горчицы и редьки/редиса (*Raphanus sativus*). Прежде всего, необходимо сопоставить конкретные виды покровных культур с видами вредных нематод, а затем должным образом управлять ими.

Снижение засорённости. Почвопокровные культуры широко используются в качестве культур, угнетающих сорняки. Зерновые колосовые всходят и интенсивно растут, используя влагу, питательные вещества и свет, необходимые для выживания сорняков. Гибриды сорго-суданской травы и гречихи - это поздние яровые культуры, которые заглушают сорняки этими физическими средствами и естественными гербицидами (аллелопатия). Озимая рожь - культура, которая подавляет сорняки как физически, так и химически. Если остатки ржи остаются на поверхности почвы, высвобождаются аллелопатические вещества, которые препятствуют росту растений нескольких однолетних сорняков с мелкими семенами, такими как щирица и марь белая. Реакция злаковых сорняков на рожь более изменчива.

6.2. Виды покровных культур для условий Республики Молдова

Чтобы предложить виды покровных культур, мы использовали работу «Управление прибыльными покровными культурами», третье издание, опубликованное SARE (Исследования и образование в области устойчивого сельского хозяйства). Исследованные виды культур сравнивались как покровные культуры в почвенно-климатических условиях, аналогичных условиям в Республике Молдова. Следующие таблицы структурированы таким образом, что, размноженные, они могут быть использованы в качестве материала для распространения на тренингах, посвященных выращиванию покровных культур.

В Таблице 6.1 представлена относительная оценка (за исключением двух столбцов количественных данных) преимуществ лучших покровных культур, таких как обеспечение или удаление избыточного азота, восстановление почвы или борьба с эрозией. Интенсивность выгод меняется в зависимости от сезона. В таблице представлены данные за весь сельскохозяйственный сезон. Оценки являются общими, основаны на результатах и наблюдениях при ряде условий. Продолжительность удержания остатков на поверхности почвы, продолжительность вегетационного периода, производственная ценность и чередование представлены в Таблице 6.2. В Таблице 6.3 представлены особенности покровных культур, а в Таблице 6.4 - аспекты, связанные с посевом покровных культур.

Зернобобовые как источник N. Виды зернобобовых растений, используемых в качестве покровных культур, оценивают по их относительной способности обеспечивать фиксированный N. (Небобовые растения не были оценены на содержание азота в биомассе, поэтому для них этот столбец остается пустым.)

N всего, кг/га. Количественная оценка разумного диапазона N полностью обеспечивается бобовыми растениями (со всей биомассы, растительной и корневой) в кг/га, в значительной степени основана на опубликованных исследованиях. Зерновые не были оценены на содержание азота в биомассе, потому что остатки зрелых злаковых культур, как правило, иммобилизуют N.

Сухое вещество (т/га/год). Количественная оценка диапазона сухого вещества в кг/га/год в значительной степени основана на опубликованных исследованиях. Данные получены в различных условиях: на небольших участках, в результате исследований, проведенных в условиях орошения, комплексных севооборотов. Этим объясняется широкий диапазон содержания сухого вещества.

Извлечение N. Оценивается способность покровной культуры извлекать и удерживать избыток азота из почвы.

Восстановление почвы. Оценивается способность покровной культуры производить органическое вещество и улучшать структуру почвы. Оценки предполагают, что вы планируете регулярно использовать покровные культуры в севообороте, обеспечивая почву дополнительным количеством органического вещества.

Борьба с эрозией. Оценивается, насколько обширно и быстро развивается корневая система, насколько хорошо почва удерживается от ветровой и водной эрозии. Влияние роста растений проявляется в борьбе с эрозией.

Борьба с сорняками. Оценивается, насколько хорошо покровная культура угнетает сорняки любыми средствами в течение вегетационного периода, включая уничтоженные остатки. Обратите внимание, что при оценке бобовых культур предполагается, что они высеваются в сочетании с зерновыми культурами.

Быстрый рост. Оценивается скорость установки и образования растительного покрова.

Небобовые виды

Райграс однолетний (*Lolium multiflorum*), травянистый однолетний вид, также известный как райграс вестервольдский. Преимущества от выращивания: предотвращает эрозию, улучшает структуру и дренаж почвы. Можно выращивать в смеси с бобовыми видами покровных культур и другими видами зерновых.

Ячмень (*Hordeum vulgare*), однолетнее зерновое растение. Польза от выращивания: предотвращает эрозию, подавляет сорняки, добавляет органические вещества в почву. Можно выращивать в сочетании с однолетними бобовыми, редькой или другими зерновыми культурами.

Овес (*Avena sativa*), однолетнее яровое зерновое растение. Преимущества выращивания: подавляет сорняки, предотвращает эрозию, извлекает излишки питательных веществ, источник растительной массы, поддерживает растения. Можно выращивать в сочетании с клевером, горохом и другими бобовыми или зерновыми культурами.

Рожь (*Secale cereale*), однолетний вид зерновых, также известный как озимая рожь. Преимущества выращивания: извлекает избыток азота, предотвращает эрозию, источник органических веществ, подавляет сорняки. Можно выращивать в сочетании с бобовыми, травами или другими зерновыми культурами.

Озимая пшеница (*Triticum aestivum*), однолетний озимый вид злаковых, можно высевать весной. Преимущества выращивания: предотвращает эрозию, подавляет сорняки, извлекает излишки питательных веществ, источник органических веществ. Можно выращивать в сочетании с однолетними бобовыми, райграсом или зерновыми культурами.

Гибрид Сорго x суданская трава (*Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var. суданский), однолетнее травянистое растение. Преимущества выращивания: восстановление почвы, угнетение сорняков и нематод, рыхление пахотного слоя. Можно выращивать в смеси с гречихой, сесбанией, соей или машем.

Гречиха (*Fagopyrum esculentum*), однолетнее широколистное растение. Преимущества выращивания: быстро покрывает поверхность почвы, источник нектара для опылителей и полезных насекомых, рыхление пахотного слоя, улучшение почвы с низким плодородием. Можно выращивать в смеси с гибридами сорго и суданская трава.

Крестоцветные виды

Однолетние виды (озимые или яровые): **горчица белая** (*Sinapis alba*) и **горчица сарепская** (*Brassica juncea*), **редька/редис** (*Raphanus sativus*), **репа** (*Brassica rapa* L. var. *rapa* (L.) Thell), **рапс**, **сурепка** (*Brassica napus*, *Brassica rapa*). Преимущества выращивания: предотвращают эрозию, угнетают сорняки и болезни, передаваемые почвой, устраняют уплотнение почвы и извлекают питательные вещества. Их можно выращивать в смеси с другими крестоцветными видами, в смеси с зерновыми колосовыми или клевером пунцовым.

Зернобобовые виды

Клевер alexandрийский (*Trifolium alexandrinum*), однолетний вид семейства бобовых озимый или яровой. Преимущества выращивания: подавляет сорняки, предотвращает эрозию, симбиотический источник азота. Можно выращивать в сочетании с овсом, райграсом и зерновыми.

Клевер пунцовый (*Trifolium incarnatum*), однолетний озимый или яровой вид растений. Преимущества выращивания: источник азота, восстановление почвы, предотвращение эрозии. Возможно выращивать в смеси с озимой рожью и другими зерновыми, с викой, с однолетним райграсом, с клевером красным.

Горох (*Pisum sativum* sbsp. *arvense*), однолетнее озимое или яровое бобовое растение. Преимущества выращивания: источник азота, угнетение сорняков. Можно выращивать в смеси с сортами пшеницы с сильной соломиной, ржи, тритикале или ячменем для вертикальной опоры.

Вика мохнатая (*Vicia villosa*), однолетнее озимое или яровое растение семейства бобовых.

Преимущества выращивания: источник азота, угнетение сорняков, кондиционирование пахотного слоя, уменьшение эрозии. Можно выращивать в смеси с зерновыми злаками, горохом, гречихой, клевером пунцовым.

Клевер красный (*Trifolium pratense*), многолетнее, двулетнее или озимое бобовое растение. Преимущества выращивания: источник азота, восстановление почвы, угнетение сорняков, привлечение полезных насекомых. Можно выращивать в смеси с зерновыми злаками, донником белым и лекарственным, кукурузой, соей, с кормовыми травами.

Виды донника: донник лекарственный (*Melilotus officinalis*) и донник белый (*Melilotus alba*). Двухлетние, яровые или озимые виды семейства бобовых. Преимущества выращивания: источник азота, восстановление почвы, кондиционирование пахотного слоя, предотвращение эрозии, угнетение сорняков. Можно выращивать в смеси с зерновыми злаками, с красным клевером.

Клевер белый (*Trifolium repens*). Многолетний вид с длительным периодом вегетаций или однолетнее озимое растение. Преимущества выращивания: живая мульча, защита от эрозии, зеленое удобрение, привлечение полезных насекомых. Можно выращивать в смеси с райграсом однолетним, красным клевером, с видами озимых.

6.3. Технологические аспекты возделывания покровных культур

Основные технологические аспекты, от которых зависит успех в выращивании почвопокровных культур, связаны как со сроком, так и с методом посева, методом уничтожения, временем и управлением остатками почвопокровных культур для обеспечения хорошего урожая основной культуры. Каждый процесс требует особого внимания.

Время посева. Для получения максимальной выгоды покровные культуры должны быть посеяны рано, иногда перед сбором летних культур. Ранний посев обычно приводит к:

- раннему укоренению до того, как растения прекращают расти;
- снижению шансов на замерзание зимой;
- более высокому производству биомассы по сравнению с более поздним посевом;
- более высокому поглощению остаточного азота.

Своевременный посев покровных культур особенно важен для подсолнечника, кукурузы и сои. Эти культуры высеваются весной после ранних яровых культур. Покровная культура, высеваемая поздно и вынужденно прекращающаяся на ранней стадии, даст меньше биомассы, чем покровная культура, высеваемая на ранней стадии. Урожай, посеянный рано, даст достаточно биомассы для адекватной защиты почвы.

Метод посева. Покровные культуры обычно высевают сеялкой в рядах или путём разбрасывания по поверхности почвы. Мелкие семена заделывают на небольшой глубине (см. Таблицу 6.4). Семена более крупных бобовых растений заделываются глубже. Сеялка для no-till может хорошо справиться с остатками и обеспечить равномерность глубины и надлежащий контакт семян с почвой.

Разбрасывание обычно требует большего количества семян, по сравнению с другими методами посева. Разбрасывание считается менее эффективным способом при no-till. Посев мелких семян, как правило, более эффективен при разбрасывании, чем посев крупных семян.

Завершение покровной культуры (уничтожение). Период окончания посевов покровной культуры влияет на температуру почвы, ее влажность, круговорот питательных веществ, время посева и воздействие аллелопатических веществ на рост посевов основной культуры. Поскольку задействовано много факторов, решения должны быть конкретными для определенных зон и ситуаций.

Существует ряд плюсов и минусов в отношении раннего и позднего уничтожения покровных культур. Раннее уничтожение подразумевает:

- достаточно времени для восстановления воды в почве;
- увеличение степени подогрева почвы;
- снижение фитотоксического действия остатков на основную культуру;
- снижение выживаемости при инфекции и болезни;
- ускорение разложения остатков, уменьшая потенциальные проблемы при посеве;
- увеличение минерализации N покровных культур при низком соотношении C : N.

Преимущества позднего уничтожения покровной культуры:

- больше доступных остатков для сохранения воды и почвы;

- лучший контроль за сорняками из-за соединений с аллелопатическим действием и эффектом мульчи;
- большой вклад бобовых культур.

Как правило, покровные культуры, особенно злаки, должны быть завершены за 2-3 недели до посева, чтобы растения могли высохнуть и стать ломкими. Сухие и рассыпчатые остатки позволяют оборудованию срезать их намного легче, чем только что увядшие. Полусухие остатки трудно срезать, и это может привести к значительному их затягиванию на поверхности почвы сеялкой. Аллелопатические соединения также могут стать проблемой, когда свежие остатки втягиваются в бороздку. Это явление встречается часто, одновременно уменьшая контакт между семенами и почвой, и в конечном итоге влияя на равномерный рост культуры.

Возможен и вариант посева основной культуры непосредственно в покровной (живой) культуре. После посева ее можно уничтожить. Такой метод дает больше времени для выращивания биомассы. В таком случае аллелопатические вещества могут влиять на рост чувствительных культур.

Метод окончания (уничтожения). Существует несколько методов уничтожения, которые были разработаны и протестированы в различных условиях. Рекомендуется протестировать сначала на небольших площадях, прежде чем широко использовать тот или другой метод.

Уничтожение гербицидом. Уничтожение сельскохозяйственных культур гербицидом общего действия является стандартным методом прекращения посевов. Способ является предпочтительным, поскольку он позволяет обрабатывать большие площади в короткие сроки, и в то же время гербициды относительно недороги. Гербициды можно применять на любой стадии выращивания покровной культуры.

Устранение с помощью катка с лезвиями. Покровные культуры могут быть уничтожены с помощью механического катка с лезвиями. Каток уничтожает покровную культуру, ломая стебли. Действие способствует их высыханию. Покровная культура катится параллельно направлению посева, чтобы сформировать плотный ковер на поверхности почвы, что облегчает посев и помогает бороться с ранними весенними сорняками. Если для уничтожения покровных культур используется только каток, то наилучшие результаты достигаются, когда прикатывание производится не раньше, а позже, чем начнется цветение.

Сорные растения на ранних стадиях развития не уничтожаются при прикапывании. Угнетение сорняков с использованием остатков покровных культур зависит от покровной культуры, вида и высоты сорняков, а также от плотности (толщины) покровного ковра.

Скашивание и измельчение. Это быстрые методы управления огромными количествами растительных остатков, дробления их на сегменты разных размеров. Измельчение остатков может в некоторой степени повлиять на качество посева, поскольку конструкция режущего диска может способствовать заталкиванию остатков в посевную борозду. Использование устройства для очистки ряда обязательно.

Живая мульча. Живая мульча - это покровная культура, которая сосуществует с основной культурой во время вегетации и продолжает расти после сбора основной культуры. Живой мульчей может быть однолетнее или многолетнее растение, которое высевают каждый год, или это могут быть многолетние культуры, травянистые злаковые или бобовые, где высеивается основная культура. Система живой мульчи зависит от количества воды, необходимой для основной культуры. Такая система может быть жизнеспособной для виноградников, садов, посевов кукурузы, сои и многих овощных культур.

Посев основной культуры. Получение равномерного роста растений с использованием покровных культур может быть довольно сложным. Возможными причинами могут стать:

- плохой контакт между почвой и семенами из-за взаимодействия растительных остатков с семенами;
- истощение почвенной влаги;
- влажные почвы из-за покрытия остатками;
- холодные почвы из-за покрытия остатками;
- аллелопатический эффект остатков покровной культуры;
- высокая степень заражения почвенными патогенами;
- свободный аммиак (в случае выращивания бобовых культур).

Во избежание проблем, связанных с равномерными всходами, после покровных культур необходимо:

- обеспечить хороший контакт между почвой и семенами, заделку семян, в частности, глубину посева;
- убедиться, что режущие диски полностью срезают остатки и не вдавливают их в борозду вместе с семенами;

- высушить покровную культуру не менее чем за 2-3 недели до посева основной культуры;
- следить за всходами культуры на предмет наличия гусениц.

Почвопокровные культуры высевают в смеси. Хотя многие фермеры практикуют посев покровных культур в чистом виде, посев смеси покровных культур позволяет получить комбинированную выгоду. Наиболее распространенной смесью являются виды зерновых и бобовых, такие как озимая рожь и горох, ячмень и красный клевер или горох и виды зерновых. Другие смеси могут включать виды бобовых, или одна зерновая с кормовой редькой, или даже смесь из разных видов зерновых. Растительный ковер из смеси покровных культур лучше заглушает сорняки, чем это делает отдельный вид. Выращивание озимой ржи с викой позволяет компенсировать уменьшение содержания азота, когда зерновая культура достигает зрелости. Прямо растущая культура, как озимая рожь, может обеспечить поддержку сорнякам и улучшить их рост. Прекращение этой смеси путем скашивания намного проще, чем просто прекращение викой.

6.4. Включение покровных культур в существующие фермерские хозяйства

Признано, что выращивание покровных культур является одной из сложных задач, стоящих перед фермером. Есть несколько препятствий для этого нововведения. Среди них:

- наличие краткосрочных планов по выращиванию растений;
- отсутствие знаний о пользе возделывания покровных культур;
- недостаточные практические навыки;
- отсутствие очевидной экономической эффективности;
- преувеличено высокая цена семян, как правило, импортируемых;
- отсутствие семян на местном рынке.

Изменение севооборота, практикуемого с целью выращивания покровных культур, практически недостижимо. Фермеры могут согласиться провести некоторые тесты на небольших площадях, при условии, что они вписываются в свои севообороты.

Мы представили здесь некоторые виды покровных культур, которые уже получили или подтвердили свои преимущества. Существуют тысячи видов, которые можно использовать в чистой культуре или в смесях. Существует и несколько подходов к выбору

покровных культур и возможностям выращивания. Фермеры могут выращивать их в течение нескольких лет. Преимущества выращивания многолетних трав и смесей хорошо известны. В современных условиях управления и в соответствии с практикой выращивания, наиболее реальным является начало выращивания покровных культур после сбора урожая зерновых и рапса, когда у растений есть достаточно времени для развития и формирования богатой растительной массы, которая будет эффективно покрывать поверхность почвы в следующем году. Первый шаг можно сделать, посеяв в качестве покровной культуры тот вид растений, который у вас есть, и нет необходимости покупать семена. Шаг за шагом вы повысите интерес к покровным культурам, наблюдая за преимуществами их выращивания.

Таблица 6.1. Производительность и преимущества

Виды		Зернобобовые как источник N	N всего кг/га ¹	Сухого вещества (т/га / год)	Извлечение N ²	Восстановление почвы ³
Не зернобобовые	Райграс однолетний			2,2-10,1	****	****
	Ячмень			2,2-11,2	****	****
	Овес			2,2-11,2	****	***
	Рожь			3,4-11,2	*****	*****
	Пшеница			3,4-9,0	****	****
	Гречиха			2,2-4,5	*	***
	Гибрид сорго X суданская трава			9,0-11,2	*****	*****
Крестоцветные	Виды горчицы		35-135	3,4-10,1	***	****
	Редька/редис		55-225	4,5-7,8	*****	****
	Рапс		45-180	2,2-5,6	****	***
Бобовые	Клевер александрийский	*****	85-245	6,7-11,2	****	****
	Клевер пунцовый	****	80-145	3,9-6,2	***	****
	Горох	*****	100-170	4,5-5,6	**	***
	Вика	*****	100-225	2,6-5,6	**	****
	Красный клевер	****	80-170	2,2-5,6	***	****

	Виды донника	*****	100-190	3,4-5,6	**	*****
	Белый клевер	*****	90-225	2,2-6,7	**	***

¹**Всего N** - общий азот из всех растений. Зерновые не считаются источником азота.

²**Извлечение N** - способность извлекать / удерживать избыток азота.

³**Восстановление почвы** - сбор органических веществ и улучшение структуры почвы.

⁴**Борьба с эрозией** - способность корней и всего растения фиксировать и покрывать почву.

* недостаточно, ** удовлетворительно, *** хорошо, **** очень хорошо, ***** отлично

Таблица 6.2. Производительность и преимущества (продолжение)

		Продолжит ельность остатков ¹	Продол житель ность ²	Производственная стоимость ³		Дополнение ⁴
				F	S	
Не зернобобовые	Райграс однолетний	****	****	***	**	*****
	Ячмень	*****	***	****	***	****
	Овес	***	**	***	***	*****
	Рожь	*****	****	**	**	****
	Пшеница	*****	****	***	****	**
	Гречиха	*	**	*	**	****
	Гибрид сорго X суданская трава	*****	*****	*****	*	*
Крестоцвет	Виды горчицы	**	***	*	**	*
	Редька/редис	**	***	*****	**	**
	Рапс	***	****	**	*****	*

Бобовые	Клевер александрийский	***	*****	*****	*****	***
	Клевер пунцовый	***	**	*****	*****	*****
	Горох	**	***	*****	*****	*****
	Вика	**	*****	**	*****	***
	Красный клевер	**	***	*****	*****	*****
	Виды донника	*****	*****	*****	***	***
	Белый клевер	**	*****	*****	***	*****

¹**Продолжительность остатков** – Продолжительность сохранения остатков на поверхности после уничтожения.

²**Продолжительность** - Продолжительность вегетационного периода.

³**Производственная стоимость** - экономическая стоимость урожая Ф (фуражных кормов) или С (семян).

⁴**Дополнение** - насколько хорошо будет сожительствовать с основной культурой.

* недостаточно, ** удовлетворительно, *** хорошо, **** очень хорошо, ***** отлично

Таблица 6.3. Культурные особенности

Виды		¹ Тип	Толерантности			
			Тепло	Засуха	Затенение	Затопление
Не зернобобовые	Райграс однолетний	ОО	**	**	*****	*****
	Ячмень	ОО	*****	*****	***	**
	Овес	ОРЯ	**	**	**	***
	Рожь	ОО	***	*****	*****	***
	Пшеница	ОО	***	***	***	*
	Гречиха	ОПЯ	***	*	**	**

	Гибрид сорго Х суданская трава	ОПЯ	*****	*****	***	***
Крестоцв	Виды горчицы	ОО,	***	*****	***	**
	Редька/редис	ОРЯ	***	**	***	**
	Рапс	ОО	**	***	***	**
Бобовые	Клевер александрийский	ОПЯ, ОО	*****	***	*****	***
	Клевер пунцовый	ОПЯ	***	**	*****	**
	Горох	ОО	**	***	**	**
	Вика	ОО, ОРЯ	**	***	***	**
	Красный клевер	МКВ, Д	**	**	*****	***
	Виды донника	Д, ОРЯ	*****	*****	**	**
	Белый клевер	МДВ, ОО	***	***	*****	*****

¹ОО = однолетнее озимое, ОРЯ = однолетнее ранне яровое, ОПЯ = однолетнее позднее яровое, Д = двулетник, МКВ = многолетнее с коротким периодом вегетации, МДВ = многолетнее с длинным периодом вегетации.

²Р = ранний, П = поздний, О = осенью, Л = летом, В = весной, З = зимой.

³МТП = минимальная температура прорастания.

* недостаточно, ** удовлетворительно, *** хорошо, **** очень хорошо, ***** отлично

Таблица 6.4. Посев

Виды		Глубина, см	Посевная норма		¹ Повторный посев
			Рядовой (строчный) посев, кг/га	Разбросной посев кг /га	
Не зернобобовые	Райграс однолетний	0-1	11-22	22-45	Ч
	Ячмень	2-8	56-112	90-115	И
	Овес	1-7	89-123	123 -160	И
	Рожь	2-8	67-135	100-180	И
	Пшеница	1-7	67-135	67-170	И
	Гречиха	1-7	54-78	56-100	Н
	Гибрид сорго х суданская трава	1-7	39	45-56	И

Крестоцв	Виды горчицы	0,5-1	6-14	11-17	Ч
	Редька/редис	0,5-1	9-15	11-22	И
	Рапс	0,5-1	6-11	9-16	И
Бобовые	Клевер александрийский	0,5-1	9-14	17-22	Н
	Клевер пунцовый	0,5-1	17-22	25-34	Ч
	Горох	6-10	56-90	100-112	И
	Вика	1-7	17-22	28-44,8	И
	Красный клевер	0,5-1	9-11	11-14	И
	Виды донника	0,5-4	7-11	11-22	И
	Белый клевер	0,5-1	3-10	6-16	Н

¹Н = надежный, Ч = часто, И = иногда, Н = никогда (не пересекается).

6. УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВОЙ С ЦЕЛЮ ЕЕ СОХРАНЕНИЯ

В материале, представленном выше, были рассмотрены проблемы правильного управления органическим веществом почвы как ключевым фактором, определяющим переход к устойчивой системе земледелия. В свою очередь, правильное управление растениями помогает избежать деградации и загрязнения водных и почвенных ресурсов.

Необходимость рационального использования почвы обусловлено тем, что это ограниченный природный ресурс. Учитывая огромное количество энергии, сконцентрированной в органическом веществе почвы, и большую продолжительность восстановления почвенного плодородия, можно сказать, что почва - невозобновляемый источник энергии, по сравнению с жизнью человека.

Как при сохранении почвы, так и при сохранении воды в почве, применяется система земледелия, которая включает в себя три основных элемента:

- севооборот с установлением оптимального соотношения между культурами сплошного сева и пропашными культурами, безусловное включение многолетних трав в севооборот, использование смешанных и промежуточных культур;
- удобрение почвы с обязательным использованием компоста и других источников органического вещества почвы;
- создание сети полезащитных лесных полос, прудов и водохранилищ для снижения риска эрозии почв и засухи.

Каждая из этих агротехнических мер в отдельности не может полностью решить проблемы сохранения и рационального использования воды и почвы. Наиболее рациональным для эффективного восстановления плодородия является сочетание растениеводства и животноводства в каждом хозяйстве. Постоянная компенсация минерализационных потерь органического вещества почвы благодаря использованию свежих органических остатков (органические удобрения в различной форме) позволяет сохранить постоянное количество органического вещества почвы.

Комплекс мер в рамках системы земледелия исключает применение механической обработки для одновременного сохранения почвы, покрытой растениями или мульчей как можно дольше, как за вегетационный период, так и в течение всего года. Отказ от механического нарушения требует обязательного соблюдения севооборота с максимально большим разнообразием культур, рационального управления растительными остатками и органическими удобрениями, и использованием покровных культур. До сих пор эти правила не соблюдались, поскольку считалось, что чудо может произойти уже при отказе от вспашки почвы с помощью отвального плуга. Существует достаточно примеров из истории сельского хозяйства бывшего СССР, когда роль безотвальной обработки почвы была переоценена на уровне целых регионов (например, в Полтавской области Украины), и другие компоненты общей системы земледелия не использовались. В результате, идея снижения механического нарушения почвы была скомпрометирована.

Следует признать, что успех в расширении консервативной системы земледелия предопределен применением сельскохозяйственной техники, способной обеспечить качественный посев при наличии растительных остатков, с одной стороны, и применением гербицидов в борьбе с сорняками с другой.

Нынешняя ситуация осложняется негативными последствиями используемых гербицидов из категории глифосата или совсем нового раундапа, и расширением использования семян генетически модифицированных культур. Поиск альтернативы гербицидам остается центральной проблемой, от решения которой зависит успех в продвижении консервативной системы земледелия. Уже есть немало примеров использования прямого посева непосредственно в экологическом (органическом) сельском хозяйстве, предложенном Институтом Роделе в Пенсильвании, США, который практикуется в Европе. Также

используются электрические генераторы, установленные на тракторах для уничтожения сорняков электротоком.

По мнению авторов, проблема сорняков является биологической, поэтому инновационные меры “борьбы” с ними должны учитывать их биологические и экологические особенности. Наличие сорняков в посевах выгодно до предела экономического порога вредоносности. Например, до сих пор остается плохо изученным аллелопатический аспект взаимодействия культур и сорняков. А также мало известно о сорняках, как о надежном показателе состояния плодородия почвы.

Учитывая значение синтетических компонентов при разработке и расширении сельскохозяйственных систем, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям каждого хозяйства, не менее важно соблюдать конкретные агротехнические меры: способы и нормы посева, использование сортов и гибридов с высокой биологической способностью к подавлению сорняков и т. д. Все основные и частные агротехнические меры должны быть направлены на предотвращение проблем (дефицита азота, нехватки воды, атаки болезней, вредителей и сорняков и т.д.), а не на борьбу с ними.

Ничем нельзя заменить творческий потенциал самих фермеров, способный преодолеть существующие препятствия при внедрении консервативной системы земледелия. Научные и исследовательские учреждения не могут ответить на абсолютно все вопросы, возникающие в каждом конкретном хозяйстве. Поэтому очень важным является тесное сотрудничество между научными работниками и сельхозпроизводителями в плане проведения испытаний в производственных условиях.

Изменения необходимы не только в растениеводстве, но и в животноводстве. Восстановление стада крупного рогатого скота может происходить одновременно с восстановлением кормовой базы, с учетом анатомических и биологических особенностей животных. Например, жвачные нуждаются в более сочных и грубых кормах, а моногастричные - в большей доле концентратов. Кроме этого, важен и порядок содержания животных для предотвращения распространения болезней, и соблюдение гигиенических норм при использовании подстилки и т.п. Чтобы обеспечить замкнутый цикл энергии и питательных веществ на каждой ферме, для удовлетворения потребностей животных желательно производить корма в достаточном количестве в самом хозяйстве.

Постепенно будет происходить переход к производственной системе, которая сможет удовлетворить потребности людей в сельскохозяйственной продукции высокого качества на местном уровне.

8. КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВРЕДИТЕЛЯМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

8.1. Влияние вредных организмов в консервативном сельском хозяйстве

Традиционное земледелие способствовало увеличению сельскохозяйственной продукции, но рост злоупотреблений на сельхозугодьях привел к негативным последствиям для окружающей среды, и в особенности для почвы. Как результат, возникла необходимость в применении других подходов и концепций, основанных на использовании природных циклов веществ (Andrieş S., ş.a., 2007).

Консервативное земледелие, согласно ФАО (FAO, 2014), представляет собой экосистемный подход к управлению сельскохозяйственной деятельностью, который позволяет повышать производительность, извлекать прибыль и обеспечивать высокую продовольственную безопасность, сохраняя и улучшая состояние окружающей среды. Все это может происходить за счет использования следующих методов:

- уменьшения механических нарушений, минимальной обработки почвы или отказ от нее;
- обеспечения постоянного покрытия почвы органической мульчей, особенно растительными остатками и покровными культурами;
- диверсификации видов культивируемых растений или ассоциаций из севооборота, включая сбалансированные смеси бобовых и небобовых культур.

Адаптированные к местным условиям, принципы консервативного сельского хозяйства универсально применимы на всех с/х ландшафтах, поскольку улучшают биоразнообразие и биологические процессы, обеспечивающие естественную функциональность почвы (Baker C.J., et al., 2007).

Исходя из особого влияния вредителей на технологии производства всех сельскохозяйственных культур, и с учетом особенностей борьбы с ними, в системах КСХ для более эффективного управления возбудителями болезней и вредителями, становится целесообразным расширение этих принципов посредством управления вредителями, направленного на снижение потерь урожая и поддержание окружающей среды (Jat, R.A. et al., 2014). Ежегодные потери растениеводства, вызванные различными вредителями, болезнями и сорняками, составляют около 25-30% (Voloşciuc L., 2009). Культивируемые растения и полученный от них урожай подвергаются атакам около 8 тысяч видов вредителей, из которых более 140 - фитофаги, многочисленные виды патогенных организмов и вредители продовольственных запасов (*фото 8.1*). Важно отметить, что в условиях эпифитотического развития болезней и стремительной инвазии вредителей и сорняков, когда потери урожая могут превышать 50-60% или быть полностью уничтожены, с ними необходимо бороться и с помощью химических препаратов (*фото 8.2*).



Фото 8.1. Атака хлебной жужелицы на пшеницу



Фото 8.2. Склад запрещенных в Республике Молдова и непригодных для использования пестицидов

Учитывая, что сельское хозяйство является одним из наиболее уязвимых секторов национальной экономики, а также особое воздействие вредителей (патогенных микроорганизмов, вредителей и сорняков), становится очевидным, что для повышения продуктивности и снижения потерь урожая, сельскохозяйственным культурам необходимо обеспечить фитосанитарную защиту (*фото 8. 3*), не затрагивающую окружающую среду.

В настоящее время трудно обеспечить высокие урожаи без использования профилактических и лечебных методов защиты растений, которые включают в себя комплексные меры: законодательные и карантинные фитосанитарные инициативы; улучшение и внедрение устойчивых сортов; агротехнические меры; физико-механические методы и средства; биологические средства; химический контроль; установки для

прогнозирования состояния и предупреждения болезней (IFOAM, 2015; Neil Helyer, 2014; Vronschih M., 2005, 2011; Voloşciuc L.T., 2009a, 2009b, 2014; Xu X.M., 2011).

Осознавая серьезность ущерба, наносимого вредителями, человечество предприняло энергичные меры по созданию средств защиты растений. В общей гамме применяемых способов, самыми распространенными являются химические, которые, несмотря на высокие биологические эффекты, оказывают негативное влияние на нецелевые организмы, культурные растения, людей и окружающую среду (Bellon S., Penvern S., 2014; Chandler D. et al., 2010; Lal R., 2016; Toncea I. et al., 2012; Захаренко В.А., 2015). Таким образом, пестициды, используемые для контроля за развитием вредителей, обостряют конфликт между применяемыми мерами защиты растений и необходимостью поддержания динамического равновесия в окружающей среде.



Фото 8.3. Морфологические и вредоносные особенности *M. brassicae* и *L. decemlineata*

В связи с этим специалисты в области защиты растений предложили экологически чистые стратегии борьбы с вредителями (фото 8.8 - 8.10), которые затем легли в основу Концепции интегрированной защиты растений (ИЗР) (O. Koul, G. Cuperus, 2007; Toncea I., Simion E., Ioniță G., Nițu D., Alexandrescu V., Toncea A., 2012). Стратегии, согласно ФАО (1968), направлены на контроль популяций вредителей. Это такое управление, при котором, учитывая окружающую среду и динамику численности вредителя, используют все доступные методы и технические приспособления для поддержания численности популяции вредителя на уровне ниже экономического порога вредоносности. (Voloşciuc L., 2009a; Altman A., Hasegawa P.M., 2012).

Анализируя это определение, становится очевидным, что интегрированная защита растений представляет собой систему регулирования функциональности биоценозов на основе взаимосвязей между растением, вредителями, технологиями и окружающей средой, или совокупность отношений в рамках триады: биологической, экономической и

экологической деятельности. Комплексное управление вредителями, в отличие от других используемых ранее подходов к борьбе с вредителями, не заключается в полном сокращении их атак, а основано на интеграции всех методов контроля за их развитием, в сочетании с мерами, включенными в технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур (Altman A., Hasegawa P.M., 2012; Brown L., 2011; Вронских М.Д., 2005).

Следует отметить, что такой подход соответствует «Экологической стратегии Республики Молдова на 2014-2023 годы», а также «Стратегии в области безопасности пищевых продуктов 2018-2022», которые разработаны в соответствии с положениями Постановления Правительства № 1125 от 14 декабря от 2010 года «Об утверждении плана действий по внедрению рекомендаций Европейской комиссии по созданию зоны углубленной и всеобъемлющей свободной торговли между Республикой Молдова и Европейским Союзом», и включает приложение к плану действий по внедрению основных рекомендаций для начала переговоров по созданию этой зоны (Voloşciuc L.T., Josu V., 2014; Voloşciuc L.T. ş.a., 2015). Эти положения содержатся в Постановлении Правительства №123 от 2 февраля 2018 года и предложены к реализации «Национальной программой комплексной защиты растений на 2018-2027 годы».

Таким образом, становится очевидным, что в настоящее время активно внедряется новый вид сельского хозяйства, который способствует более эффективному сохранению, совершенствованию и использованию природных ресурсов с помощью комплексного управления ими в сочетании с внешними стимулами, обеспечивающими следующие преимущества (Voloşciuc L.T., 2019; FAO, 2014, 2018).

- снижение воздействия нетрадиционных систем обработки почвы;
- применение технологических процессов, направленных на снижение воздействия и адаптацию к изменениям климата;
- повышение проницаемости для воды и улучшение дренажа почвы, что уменьшает ее эрозию;
- удержание влаги путем сохранения растительных остатков, что способствует повышению активности биоты почвы;
- восстановление структуры почвы и уменьшение уплотнения на поверхности и в глубине;

- увеличение содержания органических веществ в почве, повышение ее плодородия и поддержание качества подземных и поверхностных вод;
- сокращение времени, необходимого для проведения обработки почвы и расхода топлива на единицу площади.

Успех внедрения консервативного сельского хозяйства определяют следующие факторы:

- разработка и внедрение конкретных технологических процессов выращивания сельскохозяйственных растений, направленных на использование природных механизмов и циклов веществ;
- среднесрочный и долгосрочный мониторинг в многолетнем опыте элементов консервативного сельского хозяйства;
- адаптация и внедрение оборудования, основанного на использовании опытных образцов, созданных в мире;
- активное участие фермеров и представителей частного сектора в реализации, разработке, внедрении, производстве и маркетинге этого оборудования, а также в изменении менталитета и желании осознать необходимость радикального отказа от традиционной практики.

Кроме преимуществ, которые предлагает КСХ, существует и ряд ограничений при его применении. Переход к этому способу становится критическим на третий год, когда факторы, специфичные для каждого конкретного фермерского хозяйства (в частности, развитие сорняков, патогенов и вредителей), как правило, выходят из-под контроля. Другой аспект связан с отсутствием подходящих генотипов для культивирования в системах консервативного сельского хозяйства (no-till, low-till и streape-till), поскольку растения, в зависимости от системы выращивания, могут работать по-разному. Это определяет стремление фермеров к отказу от новой практики и возврату к обычной, поскольку они не могут решить возникшие проблемы. В связи с этим, применение КСХ предполагает адаптацию к местным условиям и исследования, связанные с решением насущных проблем при переходе к новой технологии.

Кроме этого, в Республике Молдова существуют ряд сложностей на пути продвижения консервативной системы сельского хозяйства (Boincean B., 2018). Отметим следующие:

- недостаток знаний о консервативной системе сельского хозяйства. Часто КСХ ошибочно принимается за консервативную систему обработки почвы. Следует отметить, что применение исключительно no-till, low-till и streape-till при обработке почвы не являются целостной системой консервативного сельского хозяйства;
- устоявшийся способ мышления, который предполагает если не регулярное (ежегодное), то, по крайней мере, периодическое использование отвального плуга, не имеет четкой научной аргументации. Часто традиционную обработку почвы с помощью отвального плуга сравнивают с безотвальной обработкой, на основании чего сделаны методически необоснованные выводы, поскольку технологические процедуры, выполняемые этими инструментами, различны и несопоставимы;
- необоснованная и неадекватная политика по продвижению консервативной системы сельского хозяйства, как, например, отсутствие критериев при распределении субсидий в сельском хозяйстве;
- отсутствие оборудования и механизмов, необходимых для реализации КСХ, в том числе для небольших фермерских хозяйств. Импорт сельхозтехники для посева компактных и посевных культур в соответствии с требованиями no-till осуществляется без консультаций со специалистами в этой области и представителями организаций, имеющих право тестировать эти машин с учетом специфики почвенно-климатических условий Республики Молдова;
- отсутствие государственной программы научных исследований в области системы консервативного сельского хозяйства, которая предполагает целостный междисциплинарный подход, а не доминирующий в РМ редуccionистский.

Исходя из факта ухудшения экологических условий и необходимости активизации природных механизмов для регулирования плотности популяций вредителей, требованием времени становится широкое внедрение консервативного земледелия, которое будет способствовать повышению конкурентоспособности с/х сектора благодаря участию в программах развития агропромышленного сектора.

8.2. Консервативное земледелие - альтернатива традиционному сельскому хозяйству.

Поддержка и продвижение консервативной сельскохозяйственной системы

Разработка, поддержка и внедрение новых технологических систем для сохранения и улучшения почв, направленных на сокращение потребления энергии и обеспечение

благоприятной среды для развития с/х культур, должны стать важной и постоянной задачей, в равной степени для исследователей и практиков, работающих в различных отраслях сельского хозяйства (Basch, G., 2012; Dumansky, J., и др., 2014). Это подразумевает:

- установление причин, вызывающих процессы деградации почв, разработку мер по предотвращению и улучшению ситуации, включая восстановление и сокращение ущерба, причиненного растениеводству и окружающей среде;
- использование информации для уточнения пригодности почв для различных технологических систем в рамках аграрного менеджмента, разработки прогнозов развития физических свойств и рекомендаций для аграриев;
- предоставление документации, необходимой для обоснования национальных программ по защите и экологической реконструкции окружающей среды, в частности, почвенных ресурсов, для продвижения и развития устойчивого сельского хозяйства.

В связи с насущной необходимостью и значением сохранения почв, для управления данными о характеристике качества, необходима конкретизация проблем с их включением в государственные программы (*фото 8.4*). Следует оценить меры и средства для защиты почв, уязвимых для различных форм деградации, а также для восстановления уже деградированных. Глобальная консервативная сельскохозяйственная система включает 180,4 млн га или около 12% площади пахотных земель (Kassam A.H. и др. 2014, 2018). Посевные площади, в соответствии с системой консервативного земледелия, в последние десятилетия постоянно увеличиваются.



Фото 8.4. Результат неправильного управления почвами: оползни и эрозия

Консервативное земледелие является основным компонентом новой альтернативной парадигмы и требует фундаментального изменения мышления и производственной системы, превращаясь в инновационную и интенсивную в области знаний и управления (фото 8.5). Обоснование методов с/х консервативного режима встречается в сельскохозяйственных общинах и реже в научных кругах. Поэтому популяризация КСХ в значительной степени определяется фермерами, которых поддерживают ориентированные на развитие аграрии. Опыт и эмпирические данные из многих стран показали, что быстрое распространение консервативного земледелия требуют слома стереотипов и изменения поведения всех заинтересованных сторон (Friedrich T., 2013 г.; Farooq M., Siddique K., 2014 г.).



Фото 8.5. Посев и производство сои в системе консервативного земледелия

Требуются разработка и внедрение экспериментальных механизмов и обучение фермеров, а также понимание принимающими решения официальными лицами и лидерами социально-экономических и экологических выгод, которые приобретают производители и общество. Все это требует устойчивой политической и институциональной поддержки, которая создает для фермеров стимулы и услуги, необходимые для внедрения и

совершенствования консервативного земледелия (Kassam A.H., и др., 2018; Piggin C., и др., 2015).

Анализируя практику применения КСХ и принимая во внимание успехи мировой науки и практики, можно суммировать некоторые достижения:

- обеспечение очевидной экономии (сокращение затрат на оборудование и топливо, экономия времени на определенных операциях, что позволяет развивать другие виды сельскохозяйственной и несельскохозяйственной деятельности);
- гибкие технические возможности для посева, применения удобрений и борьбы с вредителями;
- защита почвы от водной и ветровой эрозии;
- повышение эффективности питания и эффективности использования воды в засушливых районах.

На уровне ландшафтов консервативное земледелие позволяет использовать экологические услуги в более широком масштабе, в частности: секвестрацию углерода, более чистые водные ресурсы, резкое сокращение эрозии и стока, сохранение биоразнообразия. Альтернативная парадигма устойчивой интенсификации производства предлагает ряд преимуществ для производителей, общества и окружающей среды, которые невозможны в рамках традиционного сельского хозяйства. Таким образом, консервативное земледелие не только сосредоточено на решении проблем изменения климата, но, будучи разумным способом управления, обеспечивает также очевидные преимущества и в других сферах деятельности.

8.3. Системы обработки почв, способствующие регулированию плотности популяций вредителей

Успех консервативного, а также органического сельского хозяйства во многом определяется способом ухода за почвой и эффективностью мер по борьбе с вредителями. Ожидаемый эффект может быть достигнут только при строгом соблюдении всех технологических элементов. Любой земельный надел лучше всего использовать, выращивая один или несколько видов растений. Это требует, помимо знаний о биологических особенностях сельскохозяйственных растений, понимания свойств почвы, климата, флоры и фауны соответствующей территории, проведения работ, оказывающих

положительное влияние на развитие сельскохозяйственных культур и качество окружающей среды. Благоприятные эффекты были зафиксированы при применении технологических процессов обработки почвы, которые оказывают положительное влияние на почву, климат, флору и фауну. То есть, присутствовала реальная выгода от применения севооборотов, обработки почвы, удобрений, роли семенного материала, борьбы с сорняками, болезнетворными микроорганизмами и вредителями, орошения и сбора урожая.

В зависимости от их значения для сельскохозяйственного производства, такими элементами могут быть:

- строго обязательные работы: технологические операции и процессы, без которых сельскохозяйственное производство не может быть реализовано или производственный процесс лишен смысла. В эту группу входят операции, связанные с проведением посева (посадки) и сбора урожая, а также с восстановлением производства;
- обязательные работы: сельскохозяйственная деятельность, направленная на достижение оптимальных условий проведения работ первой категории. В эту группу входят севообороты, обработка почвы и работы по уходу (внесение удобрений, борьба с сорняками, патогенами и вредителями и орошение);
- специальные работы: технологические процессы, специфичные для конкретных ситуаций, касающихся свойств обрабатываемых земель и культивируемых растений. Это относится к неровным или уплотненным землям, расположенным на склонах, на суглинистых, песчаных, кислых и засоленных почвах, а также к определенным особым требованиям растений, таким как, например, симбиотическая фиксация атмосферного азота, орошение паводковыми, подземными водами или капельное орошение; дополнительное опыление и др.

Обработка почвы влияет и изменяет ее физические, химические и биологические свойства и является эффективным рычагом для поддержания оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных растений. В зависимости от преследуемых целей известны 3 системы работ: классическая технология обработки, основанная на применении отвального плуга и оборотом пласта; нетрадиционная система, которая исключает вспашку отвальным плугом постоянно или периодически, совершенствуя количество обработки и сохраняя на поверхности почвы не менее 30% растительных остатков от общего количества; систему прямого посева с отказом от какой-либо обработки почвы.

Каждая из трех систем имеет несколько вариантов, в которых основные и подготовительные работы для посева выполняются в определенной последовательности, в зависимости от типа почвы, качеств предшественников, культивируемого растения, состояния засорения почвы и особенностей рельефа. В органическом сельском хозяйстве предпочтение отдают нетрадиционным системам обработки, которые обеспечивают ее сохранение и уменьшают потери почвы и воды.

Принципиальное различие между традиционными и экологическими технологиями земледелия заключается в создании и поддержании гармонии между охраной окружающей среды и технологией возделывания, характерной для каждой культуры. Технологии, обеспечивающие эту гармонию и поддерживающие баланс между используемыми природными ресурсами и их оптимизацией в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур, являются системами минимальной обработки почвы и прямого посева. Экологические альтернативы традиционным работам, на самом деле, гораздо более многочисленны, и они включены в концепцию нетрадиционных систем обработки почвы. Исходя из проблем, связанных с низкой степенью страхования плодородных почв, с которой сталкивается современное сельское хозяйство, особое внимание уделяется планированию территорий, структуре посевных площадей и соблюдению технологических операций обработки почвы.

Положительные последствия нетрадиционных систем обработки почвы, по сравнению с обычными, отличаются в разных географических зонах. Они особенно важны в случае деградированных почв, главным образом на склоновых участках, для сохранения воды в почве, уменьшении уплотнения почв, прекращении разрушения гумифицированного органического вещества, структурной деградации почвы.

Нетрадиционные способы обработки почвы включают в себя широкий спектр процедур, к которым относятся работы, связанные с прямым посевом непосредственно в необработанную почву до глубокой ее обработки без оборота пласта. Очень часто используются пониженная обработка почвы, минимальная обработка (с укрытием менее 30%), минимальное мульчирование (с укрытием более 30%), посев на гребнях, частичная обработка или в полосах.

Варианты работ по сохранению почвы следующие: упорядоченная обработка почвы с минимальным укрытием до 15-30%; минимальное мульчирование (укрытие > 30%), работа

в узких полосах или полосах без обработки или прямого посева; работа с защитным слоем; работа на гребнях.

В широком спектре вариантов органическое земледелие ориентировано на систему минимальной обработки почвы, которая характеризуется обработкой без оборота пласта в борозду, сохранением растительных остатков на 15-30% поверхности земли и выполнением работ по обработке почвы и посева одним или не более двумя проходами. В зависимости от используемого агрегата, выделяются следующие системы минимальной обработки:

1. Система минимальной обработки с рыхлением, но без оборота пласта, которая включает в себя:
 - обработка чизельным плугом + комплексный агрегат (вращающаяся борона + сеялка + каток), на котором расстояние между активными частями чизельного плуга составляет 25-28 см, а работы выполняются через два междурядья. Чизельный плуг применяется осенью, чтобы включить часть растительных остатков, а весной используется только комплексный агрегат;
 - обработка плугом параплау + комплексный агрегат: применяется осенью так же, как и чизельный плуг, используется на склоновых участках. Весной используется только чизельный плуг, состоящий из вращающейся бороны, сеялки и катка.
 - обработка комплексным агрегатом (скарификатор + ротационная борона + каток + сеялка): применяется для декомпактирования почвы с помощью скарификатора, установленного перед трактором, и использования комплексного агрегата (бороны, сеялки, катка), который монтируется за трактором.
2. Система минимальной обработки с подготовкой посевного ложа включает в себя:
 - обработку дисковой бороной: для культур с пониженными требованиями к обработке почвы, тщательно следя за структурой почвы и посевом культур;
 - обработку многофункциональным агрегатом: в состав входят органы измельчения почвы, а также сеялки, установки для удобрений и гербицидов, особенно используемые в травянистых культурах;
 - обработку вращающимися боронами: выполняется через два прохода - в первом прохождении работает комплексный агрегат (фрезерование), а во втором прохождении выполняются сев и обрезка. Также может быть выполнена комплексным агрегатом, который выполняет один проход.

3. Система минимальной обработки мульчированием применяется в условиях, аналогичных системе минимальной обработки, но включает в себя сохранение не менее 30-80% растительных остатков, оставшихся на поверхности почвы. Она применима в зонах со среднегодовым количеством осадков менее 700 мм. В результате, вторичное растительное производство, состоящее из соломы, початков и стеблей сельскохозяйственных растений, не удаляется с земли, а рассыпается и равномерно распределяется по поверхности почвы, где они поддерживают процессы педогенеза и способствуют плодородию почвы. Агрегаты для минимального мульчирования должны иметь рабочие органы с высокой емкостью для измельчения растительных остатков, которые устанавливаются перед катками, параплау и сошником. Рекомендуются в засушливых районах и на землях, подверженных деградации и эрозии, и требующих рыхления пахотного слоя. Система не допускает механических работ по техническому обслуживанию сельскохозяйственных культур. Почва обрабатывается только на полосах шириной 15-20 см, во время посева семена помещаются в середину обрабатываемой зоны. Агрегат оснащен активными частями ротационной бороны и чизельного плуга.

В настоящее время все чаще применяется система «без обработки» или прямого посева, которая предполагает посев в необработанную почву до сбора урожая, без механических работ по техническому обслуживанию и борьбе с сорняками. Система может применяться только в условиях современного сельского хозяйства. Необходимо отметить, что она представляет собой технологию с обязательным сохранением мульчи, которая обеспечивает удержание воды в почве. Это повышает ответственность за точное выполнение посева, борьбу с сорняками, патогенами и вредителями, а также мер по внесению удобрений. Посев как таковой производится непосредственно в стерню или на участке с растительными остатками предпосевной культуры. Необходимо отметить, что в случае большого количества растительных остатков, на влажных участках возникают трудности, когда диск не срезает, а переворачивает их. При наличии большого количества растительных остатков и в условиях засухи отмечается ухудшение прорастания до тех пор, пока корни растения не проникнут в верхний слой и не закрепятся в почве.

Прямой посев повышает значение охраны растений, подчеркивая превентивный характер мер. Технология применяется ко всем культурам, кроме корнеплодных и клубнеплодных. Разница между системой минимальной обработки и прямым посевом заключается в покрытии мульчей поверхности почвы посредством посева промежуточных культур, а

обработка почвы осуществляется с помощью инструментов, которые перекапывают ее, не зарывая растительный защитный слой. Система способствует замедлению эрозии и ограничивает разрушение почвенных агрегатов.

На склонах рекомендуются системы обработки защитным слоем, так как структура посевов там, особенности культивируемых растений и выполненные работы способствуют возникновению и усилению педогенетических процессов. Это проявляется в плохом связывании частиц почвы и агротехнических работах по техническому обслуживанию, которые ослабляют их сцепление. Все это повышает значение защитных систем.

Система обработки с гребнями применяется для посева растений, и включает в себя вскрытие гребней с использованием отвального культиватора, а посев производится путем срезания ребра гребня (вращающимися дисковыми ножами, стрелкой с боковыми перегородками, горизонтальными дисками с непрерывной резкой), в результате чего в борозды закапывают семена. Система способствует быстрому нагреванию, посев выполняется вовремя, а растения растут более энергично, останавливая развитие сорняков и уменьшая эрозию почвы (IPM, 2013; Боинчан Б.П., 1999, Чулкина В. А., и др., 2007).

Создание системы обработки почвы производится в зависимости от состояния посевного материала, природных условий и технологических возможностей, и с учетом того, как почва действует на растение и на исходную систему. Почва усиливает или уменьшает воздействие по отношению к другим системам, таким как, например, влияние климата, развитие растения, активность биоты. На качество обработки почвы влияют другие технологические элементы (борьба с сорняками, патогенами и вредителями, орошение, плодородие).

Обустройство территории способствует биологической защите культур и стимулирует деятельность полезных организмов. Оно усиливает роль хищников, паразитов и антагонистических микроорганизмов, создавая экологическую инфраструктуру, аналогичную сельскохозяйственному ландшафту. Они должны быть интегрированы в благоприятную территорию в пространстве и времени для полезных организмов и поддерживать воспроизведение биологических агентов, применяемых в сельскохозяйственной практике. Их применение повышает растительную и животную гетерогенность вокруг культивируемых зон и способствует общему росту изобилия и разнообразия полезных организмов, которые служат в качестве естественного

биологического агента для контроля плотности популяций вредителей. Так, например, наблюдается повышение плотности различных видов живых организмов благодаря внедрению консервативного сельского хозяйства: дюмбрициды (дождевые черви), клещи фитофаги, моллюски (улитки и лимациды), многоножки, фитопатогенные нематоды, ногохвостки, бактерии и микромицеты, значительная часть которых представляют патогены, создающие серьезные фитосанитарные проблемы.

Консервативные системы сельского хозяйства создают более благоприятные условия для развития почвенных микроорганизмов, по сравнению с обычной системой. Увеличение содержания органического вещества с сохранением растительных остатков способствует развитию фитосанитарных агентов, а также благоприятных грибов, таких как *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., что является значительным потенциалом биологического контроля патогенов и вредителей, но также способствует накоплению фитопатогенов и требует постоянного контроля за диапазоном элементов биоты почвы (Vološciuc L., 2019; Борживой Ш., Урбан И. и др., 2010).

Чередование культур или посевы в полосах. Это выращивание двух или более видов растений на одной и той же почве в параллельных полосах или соседних участках. Многолетние исследования показали, что системы чередования культур увеличивают плотность энтомофагов, паразиты более распространены в 72 процентах случаев изученных чередующихся культур, а их уровень выше в смешанных культурах. Чередование культур - это способ уменьшить плотность популяций вредителей, поскольку физиологически это мешает их способности находить или реагировать на растение-хозяина, а также потому, что смесь растений является убежищем для нескольких естественных врагов, которые охотятся на вредителей. Применение системы к капусте с полосами белого клевера демонстрирует эффективность борьбы с корневой мухой (*Delia radicum*) за счет повышения активности хищных жужелиц. Активизация деятельности жужелиц была зафиксирована в посевах, чередующихся кукурузой и белым клевером, ежой сборной и смесью многолетних растений (фото 8.6, 8.7). Применение этих мест обитания в качестве убежища привело к увеличению количества хищных жужелиц в культуре кукурузы. Другие хищники, такие как стафилиниды и паукообразные, также извлекли выгоду из этих укрытий. Полосы сорняков уменьшают негативное воздействие инсектицидов на жужелиц, обеспечивая укрытие во время обработки инсектицидами.



Фото 8.6. Чередование культур в рядах и в полосах



Фото 8.7. Посевы перемежаются полосами по контуру рельефа

Подсев представляет собой тип чередования культур, когда растение высевается в первой культуре одновременно или позже, получая сразу два урожая. В полосах, где выращивается второй урожай, первоначальное растение превращается в растительную мульчу (скашивание, мульчирование, мульчирование пластиковыми материалами). Если посевы засеяны бобовыми растениями, регистрируется естественное удобрение почвы и увеличение численности и активности хищных клещей, тем самым уменьшая воздействие вредителей.

Залуженные полосы в культуре представляют собой посев нескольких тесных полос рядом с цветковыми сорняками или травами через определенные интервалы с обрабатываемыми площадями. Система увеличивает численность и активность хищных насекомых для борьбы с тлей.

Краевые культуры и кормовые угодья. Это система, в которой увеличивается количество мест обитания, доступных хищникам и паразитам для зимовки, размножения в течение весны и кормления летом, тем самым усиливая потенциал биологической защиты сельскохозяйственных культур. Край, состоящие из райграса, являются важными местами гнездования для птиц, одиночных ос, пчел и шмелей. Спонтанные цветковые сектора

обеспечивают пылью и нектаром внушительное количество беспозвоночных, включая виды шмелей. Ботанический интерес этой системы заключается в том, что она действует как важная буферная полоса между культурными растениями и чувствительными местообитаниями, такими как, например, живые изгороди и водотоки. Края с дикими растениями также привлекают мелких млекопитающих, которые служат пищей для ночных птиц, включая сов. Необходимо отметить, что зоны для жуужелиц создаются в середине культуры, аналогично тем, что на краях. Они представляют собой травянистые области в поперечном направлении в центре культуры, где хищники могут зимовать, используя гнезда хищных насекомых, которые весной легко мигрируют в культуру. Они применяются на участках площадью более 20 гектаров, и имеют хорошую сеть травянистых окраин или засеяны многолетними травами в смеси с многолетними бобовыми.

Инсектицидные растения могут быть добавлены в культуру в виде чередующихся полос или как отдельные растения в питомнике, а также могут включать введение покровной культуры между рядами растений. Более широкий спектр растительных ресурсов (нектар, пыльца) для естественных врагов может быть обеспечен путем выращивания в полосах растений видов семейства *Apiaceae* (петрушка), *Brassicaceae* (горчица), *Lamiaceae* (мята), *Asteraceae* (тысячелистник).

Привлечение и сохранение естественных врагов предполагает понимание их основных потребностей в питании, поведении и размещении, и начинается с потребностей популяций в биологических средствах защиты в нектаре, пыльце и дополнительной пище. Таким образом, фермеры могут увеличить количество и разнообразие хищников и паразитов, одновременно улучшая плодородие почвы, снижая затраты на лечение пестицидами и решая проблемы окружающей среды.

8.4. Прогноз и предупреждение в защите растений

В защите растений вредные организмы не уничтожаются полностью, а у некоторых, стремительно развивающихся, необходимо регулировать плотность популяций, прибегая к оперативным методам и средствам защиты. Мониторинг очагов, в которых появляются такие организмы, а также предотвращение повсеместного распространения, являются элементами и задачами фитосанитарного карантина, которые подкрепляются соответствующей правовой базой и компетенциями профильных административных органов.

На основе данных, полученных с помощью системных записей и анализов, проводится многолетнее прогнозирование, необходимое для выявления основных вредителей и определения годовых вариаций в разных культурах:

- долгосрочное сезонное прогнозирование разрабатывается на основе данных предыдущего года, определяя прогноз распространения, ущерб и соотношение вредных и полезных организмов, отклонение плотности от многолетнего уровня и исчисление потерь урожая;
- кратковременное прогнозирование (5-6 дней) корректирует данные долгосрочного прогноза, в первую очередь, для вредителей с высокой динамикой размножения;
- фенологическое прогнозирование применяется для определения онтогенетических этапов вредителей и культуры;
- предупреждение основано на кратковременном прогнозировании фенологии и вредоносности некоторых видов, выявлении экологического состояния и его влиянии на взаимоотношения между вредителями и культивируемыми растениями, и направлено на информирование фермеров о необходимых условиях контроля, чтобы затем определить необходимость проведения мер контроля. Предупреждение уточняет сроки появления фитосанитарных агентов на определенной территории для своевременного применения необходимых методов борьбы с ними. Внедрение систем предупреждения обеспечивает сокращение количества процедур, создает благоприятные условия для полезных организмов и повышает эффективность их эксплуатации. Предупреждающие бюллетени выдаются для каждой категории культур и вредителей. Фитосанитарные карантинные органы обязаны разрабатывать программы прогнозирования и предупреждения, направленные на ликвидацию очагов и предотвращение расширения ареала вредителей, а также составлять и распространять предупреждающие бюллетени, основанные на проведении опросов для определения ареала распространения болезней и вредителей по плотности, частоте, интенсивности атаки, повреждению продуктов, смертности от биотических и абиотических факторов окружающей среды.

Успех борьбы с вредителями во многом определяется точным фиксированием момента, когда средства борьбы с агентами обеспечивают максимальную эффективность. Необходимость применения таких средств может возникнуть даже на начальных этапах

общего комплекса защиты растений. В результате изучения взаимоотношений между возбудителем и клетками растения-хозяина, были разработаны предупреждающие планы, в которых учитываются биологические, фенологические и экологические критерии. Выработка методических подходов для прогнозирования и предупреждения стала возможной в результате углубления исследований, применения современных методов, увеличения спектра патогенов, атакованных культур и расширения регионов, участвующих в изучении проблемы. Были зарегистрированы мероприятия по технико-организационному руководству и расширению исследований, с задачами по разработке и совершенствованию методов на основе сетевых данных, а также постоянное проведение методологического контроля. Предупреждающие станции и инспекции, созданные в большинстве стран, превратились в центры, которые специализируются на повышение эффективности мероприятий по защите растений. Таким образом, были заложены основы для улучшения методологии прогнозирования и предупреждения заболеваний и вредителей, имеющих значительный экономический вес, и продолжена работа по созданию новых способов борьбы с вредными организмами и повышению эффективности средств защиты (фото 8.8).

Оснащение приборами, инструментами, установками и средствами, с помощью которых можно осуществлять прогнозирование и предупреждение, обеспечивается сектором прогнозирования и инспекциями по защите растений. Рассмотрим, например, эффект от применения метеостанций, базового инструмента для мониторинга погоды, почвы и состояния посевов. Профессиональные автоматические метеостанции с набором специализированных датчиков, позволяют оперативно получать собственный местный прогноз погоды, конкретизированный под участки поля. При помощи программного обеспечения информация архивируется и анализируется. Текущие показания сенсоров передаются по GSM-каналу на сервер для дальнейшей визуализации данных. Пользователь получает информацию в любое время, из любой точки планеты, на компьютере, планшете или смартфоне.



Фото 8.8. Применение систем глобального позиционирования для определения фитосанитарного состояния

Среди большого количества метеостанций отметим установку METOS^R, которая обладает высокой производительностью и простотой в использовании (*фото 8.9*). Станция представляет собой надежный коллектор данных, пригодный для любых климатических условий, и работающий от аккумуляторов и солнечных батарей. Она оснащена модемом для прямой связи с электронной платформой, и возможностью подключения до 400 датчиков через интеллектуальную систему благодаря внутренней памяти, которая может хранить записанные данные сроком до года.



Фото 8.9. Внешний вид метеорологической станции AgroExpert и автоматической ловушки iScout

В современном сельском хозяйстве распространение получили и аппараты для удаленного мониторинга насекомых iScout (фото 8.10). Это ловушка для насекомых с интегрированной электроникой и липкой пластиной. Из-за небольшого веса ее можно повесить прямо в поле, где устройство работает автономно. 10-мегапиксельная камера делает снимки с высоким разрешением, потом изображения отправляются на специальную платформу FieldClimate, где они анализируются с автоматическим обнаружением вредителей. Затем результаты отображаются на веб-сайтах или мобильных устройствах.



Фото 8.10. Отлов ловушкой вредных бабочек

Станции iMetos^R позволяют осуществлять комплексный мониторинг развития фитосанитарных агентов и предоставлять информацию об экономическом пороге вреда, а также устанавливать оптимальный момент проведения процедур (*фото 8.11*).



Фото 8.11. Информационный лист по мониторингу патогенов

В мире используется широкий спектр ловушек для насекомых, действие которых основано на разных принципах (цветные, клеевые, захватные сосуды). Они обеспечивают накопление внушительного количества экземпляров, что способствует значительному снижению плотности популяций (фото 8.12).

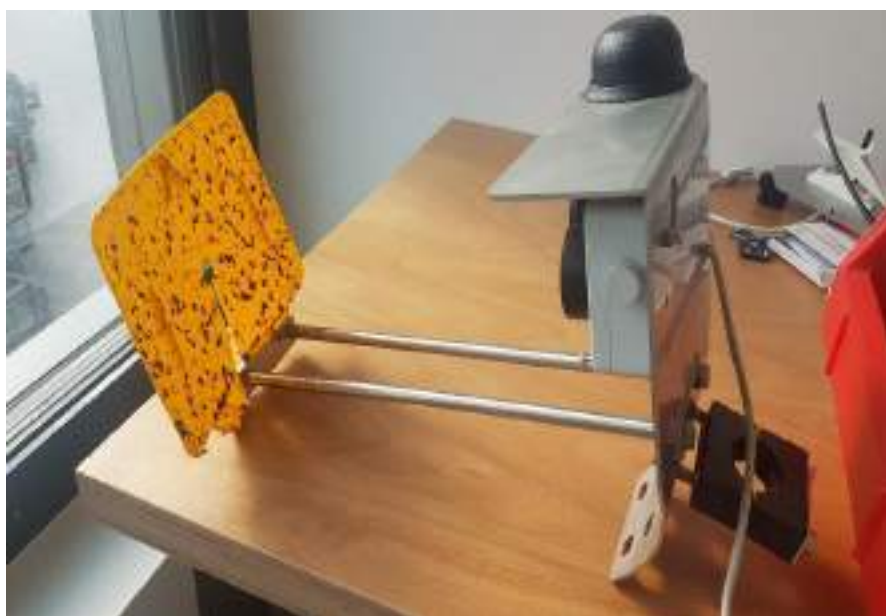


Фото 8.12. Общий вид автоматической цветной ловушки COLOR TRAP

8.5. Агротехнические методы защиты растений

Агротехнические методы защиты растений играют особую роль в получении больших и качественных урожаев. Они всегда присутствовали в технологиях, используемых в растениеводстве, и являются самыми давними способами борьбы, что очень важно, и в органическом сельском хозяйстве. В эту категорию входят: севообороты, обработка почвы, удобрение, мелиорация и посев, уничтожение сорняков посредством копки, рыхления, прополки, скашивание сорняков, затопление, мульчирование и др.

Для агроэкосистем агротехнические методы имеют как преимущества, так и недостатки, поэтому выбор метода, условий и времени реализации влияет на эффективность их применения. Агротехнические методы обеспечивают борьбу с однодольными и двудольными сорняками, помогая бороться с вредными организмами без дополнительных затрат и не загрязняя окружающую среду. К недостаткам агротехнических приемов можно отнести следующие: они способствуют минерализации гумуса, деградации структуры и осаждению почвы; некоторые из них очень дороги, требуют больших затрат ручного труда; не всегда могут быть осуществлены в оптимальное время; являются трудоемкими; не дают возможности вмешиваться в нужное время в случае длительных осадков или других неблагоприятных условий окружающей среды.

Выбор сортов. Это основа, вокруг которой формируются технологии производства основных сельскохозяйственных культур. Показаны иммунные, устойчивые или терпимые к болезням и вредителям сорта, даже если их продукция может быть ниже.

Ротация сельскохозяйственных культур. Основной метод борьбы с сорняками, патогенами и вредителями при низких затратах. Это предотвращает развитие определенных групп сорняков для определенных культур. Постоянные культуры и монокультура, особенно при посеве в густые ряды, способствуют размножению сорняков. Некоторые культурные растения - свекла, горох, сорго, кукуруза, яровые зерновые злаки – чувствительны к засорению, особенно в первые недели после всходов. Другие - рапс, рожь, суданская трава, люцерна, эспарцет и клевер - более конкурентоспособны и подавляют сорняки. Поскольку способность конкурировать с сорняками у растений различна, соответственно периодичность применения методов борьбы и их эффективность также различаются, благоприятствуя или, наоборот, помогая бороться с определенными группами сорняков. Благодаря севообороту обеспечивается интегрированная система защиты

растений. Ротация оказывает влияние и на сокращение засорения земель, как прямо, так и косвенно, путем корреляции с обработками почвы, удобрениями, посевом и работами по уходу, индивидуальными для каждой отдельной культуры.

Работы по рыхлению без отвала пласта в борозду, выполненные с помощью чизеля, менее эффективны в борьбе с сорняками, в отличие от вспашки отвальным плугом. Это требует постоянного контроля за засорением, и подчеркивает необходимость использования других методов. Подготовка прорастающего ложа включает в себя работы, ориентированные на время сева, и выполняется агротехническим методом. Поэтому обязательным является проведение последних подготовительных работ в ложе накануне или в день посева. Это необходимо для борьбы с сорняками, у которых прорастание и всходы идентичны прорастанию и всходам посевных растений.

Органическое удобрение вызывает энергичный рост сельскохозяйственных культур, подавляющих сорняки, которые вырастают позже. Для этого необходимо раннее уничтожение сорняков, на рост которых также влияют внесенные удобрения. Навоз должен быть хорошо ферментирован и применяться к тем растениям, которые его эффективно используют. Все три натуральных компонента: навоз, зеленые удобрения и компост - снабжают посевные культуры питательными веществами. Это наиболее гармоничная форма питания по сравнению с макро- и микроэлементами. Применение природных минеральных питательных веществ в их нерастворимой форме обеспечивает активное развитие биоценоза с высоким антипатогенным потенциалом, поэтому микробиологический антагонизм становится важным защитным фактором. Использование сидератных культур, исходя из их биологических особенностей, напрямую способствует борьбе с вредителями. Так, например, включение люпина и ржи останавливает развитие ризоктониоза и других патогенов под действием антагонистических грибов, образовавшихся на разложившихся в почве остатках.

Применение мелиоративных удобрений приводит к исчезновению ацидофильных сорняков (*Equisetum arvense*, *Polygonum convolvulus*, *Raphanus raphanistrum*, *Ranunculus arvensis*, *Rumex acetosella*) на почвах с кислой реакцией или сорняков, специфичных для галоморфных почв (*Salsola soda*, *Artemisia sp.*). При изменении реакции почвы, эти виды больше не могут развиваться и погибают.

Рациональный посев обеспечивает не только оптимальную плотность, но и выполнение работы в оптимальное время и сразу же после подготовки всходов. Последняя обработка должна выполняться в день или накануне посева. Если сделать это раньше, за 1-2 недели или даже за несколько дней, сорняки прорастут быстрее и даже получают фору. Превышение плотности препятствует развитию сорняков, в то время как меньшая плотность позволяет им вторгаться в культуру, особенно в пустоты. Превышение плотности у подсолнечника приводит к увеличению степени инфицирования белой гнилью, а при густоте меньшей, чем оптимальная, этот показатель уменьшается. Ранний посев пшеницы приводит к осеннему развитию белой гнили (склеротиниоза), усиливая ущерб от болезни. Поздний посев озимых культур усиливает вред от зимнего воздействия. В случае яровых культур, слишком ранний посев приводит к медленным всходам и повышенному риску возникновения и развития заболеваний.

В прохладную и дождливую весну слишком ранние посевы растут тяжелее, потому что прорастающие сорняки ранней весной проникают в почву раньше культурных растений. И наоборот, если посеять к концу оптимального срока, сельскохозяйственные растения будут прорасти быстрее, овладевая почвой и активнее борясь с сорняками. Тем не менее, фермер должен внимательно следить за местными почвенно-климатическими условиями и выбирать наиболее эффективные методы в соответствии со всеми факторами, влияющими на процесс сельскохозяйственного производства.

Мульчирование. Это работа по покрытию почвы с использованием различных материалов: полиэтиленовой пленки, соломы и измельченных растительных остатков, компоста, хорошо ферментированного навоза, торфа, специальной бумаги для мульчирования. Покрытие почвы различными материалами изменяет тепловой режим. Если материалы темные (полиэтиленовые пленки, навоз, мусор, торф) - почва поглощает дополнительное тепло и нагревается. Если материалы белые (известь, кварц) - из-за их показателя преломления почва поглощает меньше тепла. Покрытие почвы слоем мульчи защищает ее от больших колебаний температуры, уменьшая их амплитуду.

Мульчирование также положительно влияет на борьбу с сорняками, водный режим, воздух, питание, условия жизни почвы и, в частности, снижает эрозию. Подавляемые сорняки в отсутствие света не могут расти, а испарение воды из почвы значительно уменьшается. Мульчирование хорошо борется со многими сорняками, даже многолетними (свиной пальчатый, пырей ползучий, вьюнок полевой и т. д.), но только частично - с бодяком

колючим. Используемые органические материалы (за исключением пленки) также помогают улучшить содержание гумуса в почве.

Сбор вредителей. Борьбу с вредителями можно также вести при помощи ручного или механического сбора. Такие работы, как, например, стряхивание с дерева гусениц и их сбор, сбор червивых плодов, падалицы, сбор колорадских жуков или дробление кладок яиц - не очень характерны для современного органического сельского хозяйства. Ручной сбор более подходит для работ в небольших садах. Но в случае некоторых вредителей такой метод борьбы может стать основным технологическим элементом.

Против гусениц можно использовать специальные ленты. С помощью клейкой и привязанной к стволу дерева ленты, можно проредить популяцию гусениц, ползающих по стволу и неспособных летать (ленту следует оставлять на дереве с конца сентября до начала января).

Борьба будет эффективней, если вредителям создать привлекающие их условия. Например, при использовании скрытой ловушки для захвата гусениц, состоящей из гофрированной бумажной ленты или соломы и сена. Ловушку привязывают к стволу дерева, куда и заползают вредители, чтобы спрятаться. Гусениц потом уничтожают вместе с лентой. Для селективного сбора, после снятия ленты-ловушки гусениц можно поместить в посуду, покрытую сеткой и имеющую отверстия, через которые они не могут выбраться. Таким образом наружу выходят только полезные организмы.

В теплицах эффективно использование хроматических ловушек. Например, таким способом удобно собирать табачные трипсы с синими липкими листьями, белые парниковые мушки и черешневые мушки с желтыми липкими листьями и т. д. В садах можно использовать светоловушки, тепло и свет которых привлекает насекомых. Приборы основаны на использовании электрического тока, небольшие разряды которого и уничтожают насекомых. Однако такие ловушки одновременно с вредными могут истребить и полезных насекомых.

Очень часто используются ловушки с половыми феромонами, которые уже синтезированы у более чем 100 видов вредителей, а в нашем институте - у 72. Новым методом применения половых феромонов является насыщение воздушного пространства над полем ароматическими веществами самок бабочек. Самцов привлекает аромат феромонов, и они

слетаются на запах. В итоге самки остаются "без внимания", и естественный цикл оплодотворения нарушается.

Своевременная и правильная уборка урожая. Если урожай сельскохозяйственных культур задерживается, у сорняков появляется больше времени для плодоношения и стряхивания семян на поверхность почвы, что увеличивает их запас. Все транспортные средства: машины для кондиционирования семян, кладовые, камеры силосохранилищ - должны быть хорошо очищены от семян сорняков. Как и комбайны после уборки, для того, чтобы не переносить сорняки на другие участки.

8.6 Использование тепловых методов в защите сельскохозяйственных культур

Тепловые методы борьбы с сорняками основаны на использовании высоких температур (50-80°C) для сушки и сжигания сорняков, и стерилизации поверхности почвы. Исходя из того, что растительная клетка очень чувствительна к высоким температурам, уже при 70-80°C регистрируется свертывание белков и разрушение сорняков, даже если они не сгорают. Удержание в течение более длительного периода температур от 50 до 60°C также приводит к их разрушению.

Соляризация заключается в использовании прозрачной пленки, которая плотно размещается на почве в очень жаркие периоды, при температурах выше 30°C, не менее 3 дней подряд. Если пленка помещена на ровную почву и хорошо прилипает, а концы хорошо зарыты, температура почвы может достигать 50-60°C на глубине 1 см и 30-40°C на глубине 30 см. Такой способ можно использовать в теплицах и соляриях, а также в открытом грунте в качестве профилактического метода борьбы после ранней уборки урожая. Соляризация проводится в течение 6-10 недель в летний период.

Соляризация обычно применяется на влажных почвах, где не может быть выполнена обработки почвы. На сухой почве в случае применения данного метода, рекомендуется проводить полив до влажности, которая облегчит «ошпаривание» и уничтожение сорняков. После процесса соляризации обработка почвы должна выполняться поверхностно, не глубже 15 см, чтобы избежать смешивания почвы и выведения семян сорняков на поверхность. Соляризация вызывает увеличение минерализации органического вещества, что приводит к повышению содержания азота и аммиака, а также кальция, магния и калия. Поэтому последующая система удобрения должна быть адаптирована к ситуации и

основана на агрохимическом картировании, выполняемом сразу после завершения соляризации и после охлаждения почвы.

Выжигание пламенем. Это способ уничтожения сорняков на ирригационных каналах путем осушения вокруг опор или даже в пропашных культурах (кукурузы, сорго, подсолнечника), повилики в люцерне или клевере, сорняков вокруг фруктовых деревьев или между рядами виноградников и т. д. Для этой цели используется агрегат, в состав которого входят трактор, топливный бак, шланги, горелки, механизмы регулировки интенсивности пламени и защитные устройства. Обработку можно повторять несколько раз. Она не загрязняет почву, но требует специальных средств для защиты рядов растений.

Стерилизация почвы практикуется в основном в теплицах, парниках, фитотронах, в почве для питательных горшков и заключается в нагревании почвы, помещенной в бочки, до температуры в 100°C. Этот метод уничтожает способность семян сорняков к прорастанию, а также вредителей и почвенные патогены. В полевых условиях фермеры имеют обыкновение стерилизовать поверхностный слой почвы путем сжигания стерни, при котором уничтожаются растительные остатки, семена сорняков, сорняки, вредители и патогенные микроорганизмы. Этот метод не рекомендуется применять, так как стерня способствует увеличению содержания органического вещества в почве, а при горении уничтожаются также полезные живые организмы.

Пропаривание перегретой водой (паром) при помощи мобильного оборудования, способного повысить температуру до 180°C. Пар вызывает повышение температуры почвы до 70-80°C на поверхности и стерилизует ее. В теплицах между двумя производственными циклами перегретый водяной пар впрыскивается в почву. Распространение инфракрасных лучей, которые создают в течение нескольких секунд тепловой шок с повышенной температурой до 80°C, мгновенно вызывает сгорание сорняков.

В консервативном земледелии важную роль играют биологические и биотехнологические методы. Оценка биологических методов борьбы с вредителями включает в себя комплекс мер (зоофаги, бактерии, грибы, вирусы, гормоны), которые применяются с целью уничтожения вредителей. Биологическая защита направлена не на полное искоренение популяции вредителя, а на ее сохранении ниже экономического порога вредоносности. Активными элементами микробиологических продуктов являются различные группы микроорганизмов или их метаболитические продукты. В зависимости от своей природы,

биологические инсектициды могут быть: вирусными, бактериальными, микотическими, гельминтическими, гормональными и др.

Вирусы играют очень важную роль в естественном контроле пестицидов и патогенов. Они встречаются в разных формах. Энтомопатогенные вирусы часто вызывают массовые эпизоотии в природе, способствуя исчезновению вспышек вредителей. Таким образом, известны вирусные эпизоотии дефолирующих гусениц, таких как: непарный шелкопряд, кольчатый коконопряд, коконопряд дубовый, зимняя пяденица, совка капустная, боярышница, американская белая бабочка и т. д.

Бактерии также играют важную роль в комплексной системе борьбы с болезнями и вредителями. Они являются очень активными антагонистами различных патогенов, действуя путем лизиса клеток-паразитов или посредством производства антибиотиков. Наиболее известными являются *Bacillus subtilis*, а также другие виды рода *Pseudomonas* и *Xanthomonas*.

Существуют также энтомопатогенные бактерии, которые вызывают заболевания у насекомых, известных как бактериоз или флашерии. Среди видов бактерий с особым практическим значением являются: *Bacillus thuringiensis*, используемые для борьбы со многими видами гусениц-дефолиаторов, таких как белянка капустная, американская белая бабочка, непарный шелкопряд, колечник шелкопряд, боярышница и т. д.; *Bacillus popilliae*, используемый против личинок майских жуков; *Bacillus aureus*, *B. subtilis*; *B. mycoides*, которые паразитируют на разных стадиях развития колорадского жука.

В настоящее время производится ряд коммерческих бактериальных биопрепаратов, таких как Дендробациллин, Лепидоцид, Энтобактерин, Дипел, используемых в борьбе с личинками лугового мотылька, совкой хлопковой, озимой совкой, белянкой капустной, а также Битоксибациллин, Гомелин, Новодор, используемые в борьбе с личинками колорадского жука и другими вредителями.

Грибы представляют собой важную группу микроорганизмов, которые играют особую роль в естественной борьбе с болезнетворными микроорганизмами и вредителями. Против болезней растений они действуют посредством гиперпаразитизма, конкуренции по субстрату или с помощью метаболитических продуктов (антибиотиков). Гиперпаразиты обладают выраженной вирулентностью, значительно ингибируют развитие, размножение и

распространение фитопатогенов, за счет которых они развиваются. Известны также энтомопатогенные грибы, на основе которых вырабатываются грибковые инсектициды, которые вызывают у насекомых приступы заболеваний, называемых микозами или мускардинозами. Грибковые препараты эффективны во влажных местах, где они могут воздействовать на личинок, куколок и взрослых колорадских жуков, майских хрущей, белых червей и т. д. Существует множество энтомопатогенных видов грибов, паразитирующих на фитофагах тлей, таких как *Entomophthora fresnei* Novac и *Entomophthora afidis* Hofm., или почвенных вредителей и гусениц чешуекрылых, которые разрушаются видами *Beauveria bassina* и *B. tenella*.

Энтомофаги играют особенно важную роль в биологической борьбе с вредителями фитофагами, которые основаны на установленных трофических отношениях между вредителями и их потребляющими видами. В зависимости от того, как они действуют на вредителей, энтомофаги делятся на две категории:

- паразиты-организмы, которые медленно развиваются за счет хозяина, параллельно с его эволюцией, и приводят его к смерти;
- хищники-организмы из самых разнообразных групп, которые питаются другими, считающимися жертвами.

В биологической борьбе в настоящее время используются ряд паразитов, таких как: трихограмма осы (*T. embriofagum*, *T. cacoeciae* и т.д.), которые паразитируют на яйцах видов - озимая совка, капустная совка, кукурузный (стеблевой), яблонная плодожорка и т.д.; осы сцелиониды (*Trissolcus sp.* и *Telenomus sp.*), которые используются в борьбе с зерновыми клопами; осы афелинус, которые используются в борьбе с различными видами вшей, такие как *Aphelinus mali*, для тли кровавой (*Eriosoma lanigerum*), *Prospaltella perniciosus*, для щитовки калифорнийской (*Quadraspidotus perniciosus*), *Encarsia formosa* для тепличной или оранжерейной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum*) и др.

В настоящее время в Республике Молдова разрабатываются современные технологии размножения и запуска этих ос в посевы, подвергшихся нападению вредителей. Хорошие результаты были достигнуты при удерживании атаки вредителей ниже экономического порога вредоносности. С помощью паразитов обеспечивается длительная борьба с вредителями в агробиоценозах, и их восстановление очень сложно в нормальных условиях.

Другой группой организмов, которые могут использоваться в органическом земледелии для биологического контроля вредителей с/х культур, являются паразитические нематоды, которые способствуют регулированию популяций фитофагов. Среди энтомопатогенных видов нематод особое практическое значение имеет нематода *Neoaplectana carpocapsae*, полифаг, способный заражать личинок разных видов листоедов (*Chrysomelidae*), щелкунов (*Elateridae*), совок (*Noctuidae*), капустниц (*Pieridae*) и т.д. Технологии роста нематод разрабатываются на искусственных средах, которые позволяют производить большое количество особей за короткое время и применяют на практике, при этом уровень паразитирования вредителей достигает 80-85%, что очень эффективно для борьбы с колорадским жуком.

Хорошие результаты в биологическом сельском хозяйстве также может обеспечить и генетический метод. Он заключается в снижении плотности насекомых-вредителей путем запуска в очаги особей со смертельными генами или с низким потенциалом размножения. В результате их спаривания с естественной популяцией, образуются стерильные яйца, что ведет к уменьшению плотности вредителя. При использовании этого метода, хорошие результаты получены у яблонной плодовой мушки, средиземноморской плодовой мухи, луковой мухи, огнёвки кукурузной, или кукурузного стеблевого мотылька и некоторых чешуекрылых-дефолиаторов. В настоящее время известно большое количество феромонов, которые применяются на практике как для прямой, так и косвенной борьбы, а также в работе по прогнозированию и предупреждению. Прямая борьба заключается в массовом захвате самцов до спаривания с помощью половых феромонов, и их уничтожении, или захвате самцов и самок с помощью агрегационных феромонов. Косвенная борьба заключается в захвате с помощью половых феромонов самцов, которые затем подвергаются половой стерилизации в лаборатории и повторно выпускаются в природу. После спаривания с ними, самки естественной популяции откладывают стерильные яйца, тем самым сокращая популяцию вредителя.

В органическом сельском хозяйстве могут использоваться и различные экстракты растительного происхождения. Они имеют кратковременное действие и характеризуются слабо выраженной специфичностью, но допускаются для использования в органическом сельском хозяйстве. Так, например, используются экстракты, полученные из листьев *Nicotiana tabacum*, *N. rustica*, *Quasia amara*, *Derris eliptica*, *Phyrehthrum cinerariaefolium*, *P. rosaeum* и *P. carneum*, которые хороши в борьбе с насекомыми в теплицах, на некоторых овощных культурах, на складах. Они нетоксичны для человека, животных и полезных

организмов. Рекомендуем экстракты полыни, тысячелистника обыкновенного, белены чёрной, чеснока, одуванчика, перца чили, лопуха, картофеля, которые используются для борьбы с тлей, яблонной медяницей, клещами, пчелами и капустной молью, а также для борьбы с картофельным и томатным фитофторозом.

В органическом сельском хозяйстве для борьбы с болезнетворными микроорганизмами и вредителями можно использовать некоторые препараты на основе меди и серы: кумулус или коллоидная сера, медный купорос, оксихлорид меди, которые допускаются в органическом земледелии. Именно биологический контроль над вредителями является основой концепции комплексной защиты. Будучи устойчивым, он снижает загрязнение окружающей среды и обеспечивает высокую экономическую эффективность.

8.7. Материалы, используемые при массовом отлове насекомых

До того, как было доказано влияние феромонов на поведение насекомых, для их улавливания использовали различные цветные пластины, покрытые тонким слоем клея.

За последние десятилетия были глубоко изучены различные элементы, касающиеся контроля плотности популяций насекомых-вредителей. В результате были выделены, идентифицированы и исследованы физико-химические свойства различных веществ, которые стали основой для разработки и применения половых феромонов в защите растений.

Понимание роли феромонов в поведении насекомых открыло новые перспективы в биологической защите растений от вредителей, облегчая действия, осуществляемые в двух основных направлениях.

1. Захват насекомых из их естественной среды обитания с помощью феромонов, индуцирующих действия, близкие к оригиналу (половые аттрактанты, агрегационные феромоны);
2. Нарушение нормальной феромональной передачи у насекомых в естественной среде обитания, которая проявляется в их дезориентации и стерилизации популяций насекомых-вредителей.

Большинство действий по захвату вредителей направлены на уничтожение привлеченных особей, реже - на то, чтобы они самостоятельно запустили процесс самоуничтожения: для половой стерилизации и последующего внедрения в среду обитания для подавления или

уменьшения размножения; заражения патогенами с целью запуска в популяции некоторых эпизоотий.

При посадке местных кустарников образуются живые изгороди, которые привлекают хищников и паразитов, потому что обеспечивают им нектар, пыльцу, альтернативных хозяев и/или добычу. Таким свойством обладает большинство цветущих кустарников. Полосы травы, высаженные рядом с возделываемыми полями, обеспечивают среду обитания для врагов вредителей, таких как жужелицы, стафилиниды и пауки. Для снижения риска появления сорняков и растений-хозяев можно высевать от 1 до 3 местных многолетних трав полосами шириной в 1-3 м.

Цветочные полосы создаются для привлечения хищников, паразитов и опылителей. Можно высевать 3-5 видов цветущих растений в полосах шириной в 1-3 м по периметру сельскохозяйственных угодий. После цветения семена можно собрать для обновления полос или для посадки новых.

Сопутствующие растения в основной культуре также могут привлекать естественных врагов вредителей и опылителей. Поэтому можно использовать те же виды, что и в случае полос с цветущими растениями (1 или 2 растения на 10 м² основной культуры).

Приманки с феромонами используются для мониторинга, улавливания, дезориентации и стерилизации популяций насекомых. Они должны быть конкурентоспособными с естественными феромонами, иметь долговременное действие, чтобы длительно и с равномерной интенсивностью привлекать насекомых (Witzgall, P., Kirsh, P., Cock, A. 2010).

Природные приманки используются для выделения феромонов в качестве сравнительного компонента для создания искусственных приманок или световых ловушек, а иногда и для контроля эффективности действий по нарушению диффузии феромонов. Большинство действий по захвату с помощью феромонов проводились с использованием живых самок в качестве приманок. Самцы для этого используются редко. Приманки в виде живых насекомых обладают преимуществом полного выброса феромона, а также ежедневных выбросов в периоды, когда передача феромонов происходит в естественной среде обитания. Приманки исключают риск нерезультативности из-за отсутствия одного или нескольких второстепенных компонентов, ответственных за ориентацию на небольших расстояниях.

Рекомендуется для контроля эффективной передачи феромонов изучить последовательность акта размножения насекомых-вредителей и принципы массового захвата.

Помимо преимуществ, природные приманки имеют недостаток, заключающийся в небольшом сроке действия. Это обусловлено ограниченной диффузией феромона у особей с коротким периодом спаривания. Поэтому существует риск не синхронизировать период выбросов у особей, выращенных в лаборатории, с периодом, в который происходит передача феромонов в естественной среде обитания. Из-за низкой продолжительности жизни эмитентов и коротких периодов выбросов, тесты, в которых использовались природные приманки, были недолговечными, от нескольких часов до нескольких дней максимум (Voloşciuc L.T., 2009b; Борживой Шарапатка, 2010).

Чтобы воспользоваться преимуществами феромона и свести к минимуму недостатки естественных приманок, когда требовались более длительные тесты, приманки использовались с новыми интервалами: однодневным (*Anthonomus grandis*), 1-3 дня (*Heliothis armigera*), максимум до 7-9 дней (*Laspeyresia pomonella*), обеспечивая насекомых специфической натуральной пищей или адекватной искусственной диетой. При экспериментах с природными приманками следует учитывать биологию размножения изучаемого вида. Полезно, чтобы все операции выполнялись в периоды, когда происходит естественная передача феромонов, поскольку известно, что некоторые виды (*Hyphantria cunea*) начинают спариваться сразу после появления взрослых особей, тогда как другие нуждаются в кормлении, половом созревании, которое, например, у щитовки калифорнийской (*Quadraspiotus perniciosus*) составляет 22-23 дня. В случае приманок, не направленных на выявление действия притяжения, при установлении ежедневного периода передачи феромонов, оценке привлекательных сил синтетических феромональных приманок, выявлении наличия вида в данном ареале в качестве феромональных приманок, использовалось небольшое количество самок.

Привлекательная сила и долговечность естественных приманок ограничены по ряду причин: из-за трудностей, связанных с размерами устройства, в котором содержатся живые насекомые, и их обработкой; необходимостью повторной замены насекомых; многократного обеспечения свежей пищей; поэтапного получения насекомых, испускающих феромон; возможности их хранения. Все это определяет лимитированный

характер их практического применения. Вот почему до сих пор природные приманки использовались преимущественно в исследовательской работе.

Искусственные приманки состоят из биологически активного вещества и субстрата, который обеспечивает постепенный и равномерный выброс вещества в атмосферу.

Феромонные ловушки представляют собой различные устройства (с конструктивной точки зрения) и используются для ловли и сдерживания насекомых, которых привлекают феромонные приманки. Основным качеством ловушки является эффективность улова, которая показывает соотношение между пойманными особями и их общим числом (фото 8.13). Ловушки с феромонами обеспечивают удержание особей, извлеченных из среды обитания, фиксируя их на слое невысыхающего клея.

Применение феромонных ловушек имеет ряд преимуществ:

- специфическое привлечение насекомых, выраженное возможностью захвата только представителей того вида, с помощью феромона которого была создана ловушка;
- обеспечение высокой доходности улова;
- упрощение размещения, обработки и обслуживания ловушек;
- низкая стоимость по сравнению с пестицидами;
- безвредность для человека и высших животных.

Несмотря на то, что применение сенсорных аттрактантов растет, при их использовании были зафиксированы и некоторые недостатки:

- утрата слоя адгезии клея из-за засорения его поверхности пылью, растительным мусором и останками насекомых;
- неэффективность в захвате крупных (25 мм) насекомых.

В борьбе с насекомыми используются и жидкие ловушки. Для удержания вредителей применяют жидкости с уменьшенным поверхностным натяжением, в которых захваченные насекомые тонут. Такая ловушка работает в течение длительного времени. Для ее использования были разработаны различные конструкции, такие как, например, пластиковые тарелки или стаканчики, наполненные хлопковым маслом или разбавленным в воде раствором моющего средства, со свободной поверхностью или снабженные крышкой

для защиты от дождя и солнечных лучей. Феромональная приманка фиксируется иглами или металлическими, пластиковыми или текстильными нитями выше уровня жидкости. К недостаткам этих ловушек относятся: трудности с размещением и манипуляциями, необходимость постоянного поддержания уровня жидкости, высокая стоимость, невозможность определения захваченных видов.



Фото 8.13. Ловушки с половыми феромонами для мониторинга и массового отлова насекомых-вредителей



Фото 8.14. Массовый отлов самцов вредителей с помощью феромонных ловушек

Феромоны в качестве веществ, вырабатываемых насекомыми, используются для химической связи между особями одного вида, влияют на их поведение при сборе, половом взаимодействии и тревоге. После идентификации и разработки схем синтеза, эти вещества производятся в лабораторных условиях и используются для нескольких целей.

- **Мониторинг.** Применяется в ловушках для привлечения самцов, позволяет анализировать наличие насекомых в поле и, в зависимости от количества и динамики притяжения, позволяет прогнозировать плотность популяций насекомых-вредителей.
- **Массовый захват.** Цель состоит в том, чтобы избежать размножения, притягивая самцов определенного вида феромоном, рассеянным диспенсером, а также их захвате клеем на поверхности плиты.
- **Половая дезориентация** или путаница. Это связано с применением повышенных концентраций феромона, направленных на предотвращение размножения, нарушая привлекательность партнеров во время свадебного танца и создавая «замешательство» у самцов.
- **Стерилизация** насекомых. Достигается за счет применения концентраций феромона, обуславливающего ухудшение процессов созревания половых клеток и оплодотворения, что вызывает сильное снижение оплодотворения и отложение стерильных яиц.

8.8. Народные способы и средства борьбы с болезнями и вредителями

Исходя из необходимости оперативной борьбы с возбудителями болезней и вредителями, фермеры всегда предпринимали различные действия по сокращению потерь урожая. В настоящее время основным направлением использования народных средств являются агротехнические средства и растительные экстракты с инсектицидными и фунгицидными свойствами. Агротехнические методы являются эффективным рычагом контроля плотности вредителей путем применения технологических операций для производства сельскохозяйственных культур. Преимущества использования растительных экстрактов в качестве народных методов борьбы с вредителями, в отличие от пестицидов, заключаются в их безвредном характере и невозможности появления патогенов и линий насекомых, устойчивых к синтетическим химическим веществам.

Как правило, такие методы предлагается использовать фермерам для участков рядом с домом, а также для крупных полей. Это эффективные рычаги для тех, кто находится на

этапе перехода к органическому сельскому хозяйству. Борьба с вредителями с помощью растительных экстрактов - это удобное средство контроля без ущерба для здоровья населения и окружающей среды. С технологической точки зрения их применение идентично применению пестицидов: несколько разбрызгиваний с интервалом в 5-7 дней. Их использование требует глубокого знания вредителей и позволяет добиться высокой эффективности в сочетании с другими средствами защиты растений. Перечислим те, которые занимают особое место.

Фитосанитарные механические обрезки представляют собой адаптацию технологических процессов производства сельскохозяйственных культур, особенно многолетних. Деревья, плодовые деревья и виноградники создают благоприятные условия для многих животных и, в частности, насекомых. Некоторые насекомые превращаются во вредителей только из-за большой популяции на одном растении. Однако природа в ходе многовековой эволюции создала различные средства синхронизации развития разных компонентов экосистем, тем самым предоставляя возможность поддерживать динамичный баланс между ними. Внимательно осмотрев крону дерева, можно заметить яйца насекомых, отложенные на ветвях толщиной с карандаш (шелкопряд), зимние и летние гнезда вредителей (американская белая бабочка, боярышница, золотистый шелкопряд и т. д.), которые можно легко удалить при обрезке и прореживании крон деревьев ранней весной. В связи с этим используется технологическое оборудование, предназначенное для обслуживания сельскохозяйственных культур.

Почвенные ловушки изготавливаются и используются для борьбы с наземными насекомыми. Чаще всего - для захвата медведки обыкновенной. В связи с этим в сентябре выкапывают траншеи глубиной до 0,5 м, которые покрывают навозом. В этих канавах медведка находит место для зимовки. После первых заморозков навоз рассыпается, а насекомое погибает от холода. Исходя из пластичности этого вредителя, для борьбы с ним используют и другие ловушки, такие как, например, пластиковые сосуды, в которых содержится смесь дрожжей и пчелиного мёда. Сосуд закапывается в почву до уровня горлышка. Запах смеси притягивает медведок, попадая в сосуд, они тонут или уже больше не могут выбраться наружу.

Природные инсектициды - эффективное средство, используемое для борьбы как с болезнетворными микроорганизмами, так и с вредными насекомыми, особенно с сосущим аппаратом и мягким телом, как у, например, тли, грушевой листоблошки, клещей, клопов,

боярышницы, пчел, совок, молей. Все чаще применяются различные экстракты растений, в том числе из спонтанной флоры. В связи с этим производство растительных препаратов является очень значимым.

Природные репелленты - вещества, выделяемые некоторыми растениями, которые оказывают отпугивающее воздействие на вредителей и используются для этого в борьбе с вредными насекомыми. Серьезные результаты были получены при использовании лука и чеснока, которые были посажены среди растений, выращиваемых в саду. Они останавливают развитие тли и клещей.

В качестве репеллентов могут быть использованы некоторые растения:

- белая горчица, проявляющая отпугивающие свойства для мышей. Для этого растение высевается среди рядов в садах или на их краю;
- конопля, которая, будучи закопанной ранней весной в почву, защищает растение от нападения личинок майского жука. Рекомендуется сеять среди растений гороха, по краям полей, засеянных свеклой, защищая их от тли и блох;
- фасоль, бобы, чечевица, нут, посеянные на краю садов, защищают растения от кротов и слепышей;
- хризантемы, высаженные рядом с культивируемыми растениями, отгоняют медведку;
- керосин используется против медведки. Для этого берутся пропитанные керосином тряпки и закапываются в месте поражения;
- настой навоза используется против мучнистой росы смородины и крыжовника. Для этого ведро ферментированного навоза разводят водой в соотношении 1: 5 и выдерживают 5 дней, процеживают, затем опрыскивают растения;
- бархатцы (*Tagetes patula*, *T. signata*, *T. minuta*) проявляют репеллентное действие для вредителей овощей, особенно для капустной тли, нематод и колорадского жука. Выращивают по два ряда на расстоянии 40-50 см друг от друга;
- календула лекарственная, или ноготки, обладает репеллентным действием для колорадского жука. Выращивается среди рядов картофеля, баклажан, помидор;
- крапива двудомная, используется в качестве пуринов, для стимуляции роста рассады и молодых растений и для борьбы с патогенами;
- ромашка применяется для семян с целью стимуляции прорастания и борьбы с фитопатогенами;

- лук используется как ферментированный пурин, разбавленный в 10 раз для укрепления растений и борьбы с бактериальными и криптогамическими заболеваниями;
- чеснок применяется в виде настоя, сока или вытяжки против бактериальных заболеваний у растений.

Среди репеллентных препаратов применяются такие минеральные вещества, как:

- квасцы, кристаллический порошок без запаха, извлеченный из натуральных сланцев, содержащий двойной сульфат алюминия и калия. Используется в виде раствора в 0,4% концентрации, эффективен против тлей, гусениц, слизней;
- базальтовая мука в мелких частицах (20 мкм). Применяется в виде пыли. Препарат обладает свойствами отпугивания многих видов вредителей;
- перманганат калия, обладающий дезинфицирующим действием, препятствующим развитию грибков и бактерий. Используется в 0,01-0,03% концентрации для обработки семян, луковиц и корней черенков и саженцев;
- жидкое стекло, эмульсия, состоящая из силиката натрия или калия, которая проявляет дезинфицирующее и адгезивное действие и используется для лечения растений, изменения pH на поверхности листьев, образуя тяжелую для проникновения спор грибов пленку. Применяется в 1-2% концентрации для профилактики заболеваний и в 0,5% концентрации в качестве клеевой основы в растворах жидкой серы и бордосской жидкости;
- жидкая сера, которая используется в различных концентрациях для борьбы с мучнистой росой у огурцов (20-25 кг/га), фруктовых деревьев (11-20 кг/га), виноградной лозы (30 кг/га);
- полисульфид кальция или известково-серный отвар, содержащий 12% серы, проявляющий фунгицидное действие. Используется в 2,0% концентрации против мучнистой росы яблони и винограда;
- сульфат меди (II) (медь сернокислая, медный купорос) используется как антисептик, фунгицид или медно-серное удобрение. Применяется в различных концентрациях для профилактики и борьбы с красной пятнистостью (полистигмоз) сливы, вишни и черешни, дырчатой пятнистостью листьев абрикоса и персика, мильдью виноградной лозы, бактериальным огнем у айвы, слив и яблони, а также монилиозом косточковых и др.;

- гидроксид меди используется в различных продуктах, содержит 50% металлической меди, оказывает фунгицидное и бактерицидное действие, используется в различных концентрациях;
- оксихлорид меди, порошок синего цвета, используется в различных концентрациях: 0,15-0,20% против монилиоза сливы и парши яблони; 0,2-0,4% для профилактики и прекращения атаки мучнистой росы у табака; 0,4-0,6% для профилактики атаки мучнистой росы у картофеля (4-5 кг/га), у томатов (4-5 кг/га), у тыквенных (4-5 кг/га) и у винограда (5-6 кг/га).

Подобные свойства демонстрируют и некоторые минеральные продукты, которые также проявляют инсектицидные действия:

- калиевое мыло представляет собой пасту или жидкость, содержащую жирные кислоты, гидроксид калия, этиловый спирт и глицерин, и проявляет асфиксическое действие. Используется для борьбы с гусеницами, клещами и тлей. При лечении применяют самостоятельно или в смеси с другими препаратами путем опрыскивания растений;
- сульфат алюминия - жидкость инсектицидного действия, которая используется при опрыскиваниях против тепличной или оранжерейной белокрылки;
- парафиновое масло представляет собой жидкость светлого цвета, содержащую около 90% минерального масла, проявляющее асфиксическое действие, превосходящее калийное мыло. Используется в 1,5 % концентрации для поздних зимних и ранних весенних опрыскиваний против щитовки калифорнийской и зимующих яиц клещей;
- раствор уксуса представляет собой смесь одного литра уксуса с 3 столовыми ложками соли и 2 литрами воды и применяется для борьбы с сорняками, используются только один раз в месяц;
- мыльный раствор готовят из куска домашнего мыла (100 г) в 5 л воды и используют для борьбы с сорняками;
- картон используют в виде мульчи с гербицидными свойствами, применяя обычные картонные пластины, размещая на глубине 10-15 см и покрывая слоем почвы;
- мульча в качестве гербицида состоит из слоя корки, торфа, компоста, хвои, соломы, гравия, пластика или других подобных материалов, которые равномерно распределены по поверхности почвы;

- белый клевер применяется в качестве живой мульчи в прекращении развития сорняков из-за его особенностей уничтожения различных биологически активных веществ, которые останавливают развитие сорняков, в том числе и многолетних.

Регулирование плотности популяций вредителей в органическом сельском хозяйстве также осуществляется с помощью животных и птиц, которые питаются насекомыми и другими вредителями. Для этого создаются оптимальные условия укрытия и питания для полезной фауны (лягушки, ящерицы, змеи, насекомоядные птицы), а также для их искусственного роста. Очень эффективным является применение полезных насекомых (энтомофагов) против вредных.

Генетические методы очень важны для защиты растений, потому что они используют естественные свойства растений и не оказывают негативного влияния на окружающую среду.

Отбор и улучшение растений – это совокупность действий по выделению и использованию природных ресурсов для уменьшения ущерба, наносимого вредными организмами. Хотя они связаны с осуществлением комплекса мер, направленных на выявление связей между вредными организмами и культурными растениями, однако использование механизмов иммунитета, выносливости и толерантности впечатляет своими практическими достижениями. В результате появляются новые сорта растений более высокого качества, в том числе с повышенной устойчивостью к патогенам, вредителям и сорнякам, или даже к абиотическим факторам окружающей среды. Таким образом, реализуются сорта (линии, популяции, сорта и гибриды) с максимально продуктивным и качественным потенциалом и превосходной устойчивостью к вредным организмам. Генетики, селекционеры и сельскохозяйственная наука создали, а трейдеры немедленно вывели на рынок, устойчивые к вредителям организмы (устойчивая к стеблевому мотыльку кукуруза, устойчивый к колорадскому жуку картофель), патогены (устойчивый к белой гнили подсолнечник, устойчивое к грибкам яблони), а также широкий спектр устойчивых к гербицидам сортов (соя, кукуруза, рапс).

Междурядные культуры, выращивание двух или более культур в сочетании в рамках одного общего участка применяются для использования эффекта взаимодействия между ними. Ресурсы для роста растений (свет, вода и питательные вещества) поглощаются и превращаются в растительную биомассу в большей степени в случае перемежающихся

культур и в результате различий в конкурентоспособности между ними. Более эффективное использование растительных ресурсов приносит преимущества урожаю и большую стабильность по сравнению с отдельными культурами. Кроме того, многофункциональный профиль чередующихся культур имеет несколько ролей в агроэкосистеме, таких как устойчивость к климатическим нарушениям, частичная защита видов растений, выращенных против конкретных вредителей и болезней, большая конкуренция с сорняками, улучшение качества продукции и снижение негативного воздействия пахотных культур на окружающую среду. Бобовые на зерно в сочетании с зерновыми вводятся в корм для животных, обеспечивая белок, а злаки обеспечивают углеводы. Они выращиваются междурядно, собираются одновременно и используются в качестве кормов.

Удержание основных врагов сельскохозяйственных культур под контролем осуществляется путем профилактики и правильной сельскохозяйственной практики. Предотвращение атак основных болезней и вредных насекомых начинается с создания хорошего оборота сельскохозяйственных культур, сбалансированного удобрения органическими веществами, здоровой почвы, правильно снабженной органическим веществом. Первая часть профилактики заключается в выборе видов, сортов или гибридов, подходящих для климата и общих сельскохозяйственных условий фермы. Очевидно, что лучше всего выбирать местные сорта, они наиболее устойчивы к болезням и вредителям в регионе. Особое внимание следует уделять здоровью культивируемого материала, причем большинство патогенов размножаются с использованием семян, черенков, саженцев, инфицированных прививок. Чтобы избежать какого-либо риска, нужно погрузить культивируемый материал на 10 мин. в раствор с 1% медным купоросом.

В органическом сельском хозяйстве оборот сельскохозяйственных культур является решающим фактором для контроля за сорняками и патогенами, которые рождаются и живут в почве, включая нематод. Также целью севооборота является предотвращение «усталости» почвы и специализация болезней и вредителей на однотипных растениях. Было доказано, что монокультура приводит к росту криптогамных заболеваний, которые очень трудно контролировать как механическими, так и натуральными средствами.

Агроэкосистема с живыми изгородями, лесными участками, каналами и пастбищами, обеспечивает хорошее биоразнообразие для всех компонентов жизни, от микроорганизмов до млекопитающих. Высокое биоразнообразие означает большее присутствие насекомых и

большую конкуренцию между микроорганизмами в почве. Также присутствуют грибы и паразитические бактерии.

У любого растения или животного есть естественные враги (хищники, паразиты, патогены или конкуренты), которые также играют роль в предотвращении их неконтролируемого размножения. Популяции естественных хищников (божьи коровки, хризотиды, сирфидные мухи, монахини, осы, хищные клещи) и паразитов (нематоды, мухи тахины) ценны для снижения заражения вредителями. Тем не менее, низкий уровень заражения вредителями должен поддерживаться для привлечения и поддержания популяции естественных врагов.

Для стабилизации биологического контроля именно эти «естественные враги» используются для поддержания вредных популяций фитофагов в приемлемых пределах и, следовательно, для увеличения числа видов в агросистеме, которая становится более сложной и более стабильной (Van Lenteren J.C., 2012; Yang, M.M., et al., 2012).



Фото 8.15. Трихограмма и божья коровка в борьбе с вредителями

Насекомые энтомофаги. Насекомые энтомофаги являются важными агентами в контроле за насекомыми-вредителями. Они классифицируются как хищники или паразитоиды. Каждое из них обладает совершенно разными характеристиками, что эффективно для поддержания биологического контроля. Хищные насекомые - это организмы, которые атакуют и питаются вредными особями. Некоторые из них являются хищниками на протяжении всего жизненного цикла (*Phytoseidae*, *Miridae*, *Coccinellidae*, *Anthracoridae*),

другие только на стадии личинки. Хищные насекомые, в свою очередь, делятся на специализированных хищников (которые живут за счет одного вида или небольшого числа видов) и обыкновенных хищников или полифагов (которые питаются большим количеством видов). Полифаги считаются менее предпочтительными, чем монофаги, потому что они с меньшей вероятностью сосредоточатся только на вредных видах. Тем не менее, хищные насекомые имеют преимущество перед паразитоидами в том, что каждая особь потребляет множество вредителей в течение своей жизни, даже на поздних стадиях, в отличие от паразитоидных. Среди наиболее распространенных насекомых-хищников насекомых-вредителей выделяются божьи коровки, хищные жуки, златоглазки и личинки журчалок (*фото 8.15*). Паразитические насекомые паразитируют на незрелых стадиях жизни, когда личинки развиваются внутри хозяина (эндопаразитоиды) или на хозяине (эктопаразитоиды). В результате хозяин погибает. Отдельные паразитические насекомые потребляют только одного хозяина в течение развития до взрослой стадии. Достигнув зрелости, они питаются пыльцой, нектаром, медовыми выделениями или иногда жидкостями организма хозяина. Как группа, паразитические насекомые относятся к перепончатокрылым и двукрылым и имеют широкий спектр хозяев и привычек. Наиболее подходящие паразитические насекомые для биологического контроля те, которые специализируются на определенных насекомых-хозяевах.

Патогены, такие как паразитические нематоды, отличаются от паразитоидов тем, что они не убивают своего хозяина, а просто ослабляют его и делают более уязвимым. Несмотря на эти факты, они считаются полезными агентами для поддержания биологического контроля. Некоторые компании выращивают и продают нематоды для контроля вредителей в садах и садоводствах. Наиболее часто используются нематоды из рода *Steinernema* (*Neoaplectana*) и *Heterorhabditis*. Они могут эффективно контролировать личинок *Othiorrhynchus sulcatus* (*скосарь одиночный*) и двукрылых. Действуют через контакт, проникая в организм хозяина через кутикулу или другие естественные отверстия. Вредное действие на насекомых строго связано с симбиозом, который они поддерживают бактериями, принадлежащими к роду *Xenorhabdus*. Когда эти бактерии проникают в хозяина, они вызывают его смерть от сепсиса. Однако активность нематод сильно связана с их чувствительностью к сухости и ультрафиолетовым лучам, которые рекомендуются для контроля над многими другими наземными насекомыми.

Патогены (бактерии, вирусы, грибы) убивают своего хозяина и выделяют миллионы спор или органов размножения, которые занимают других хозяев. Патогенный характер,

скорость действия и легкость, с которыми они могут быть выращены, - это характеристики, которые их рекомендуют. Патогены могут действовать, удерживая их под биологическим контролем, исключая конкуренцию или производя антибиотики. Эта группа, известная как антагонисты, особенно полезна для поддержания биологического контроля патогенов, атакующих растения. Патогенные грибы насекомых, клещей и других грибов известны способностью активно проникать в организм членистоногих через кутикулу или другие естественные отверстия. Вот почему они действуют посредством контакта и могут заражать насекомых-фитофагов независимо от способа их питания или их возраста. Они вызывают смерть действием мицелия или других вырабатываемых токсинов.

Наиболее известным и распространенным патогенным микроорганизмом является *Bacillus thuringiensis*. Это анаэробная бактерия, которая производит споры и имеет различные типы штаммов (*kurstaki*, *aizawai*, *israeliensis* и *tenebrionis*). Эти типы различаются в зависимости от воздействия на личинок чешуекрылых (первые два типа), на личинок некоторых комаров (третий тип) и на личинок *Leptinotarsa decemlineata* (последний тип). Во время производства спор микроорганизмы выделяют токсин, который взаимодействует с гликопротеинами в клетках кишечника насекомых, блокируя мышцы пищеварительного тракта и останавливая таким образом процессы питания. В коммерческих продуктах присутствует только токсин, действующий исключительно после проглатывания. Чтобы это стало эффективным, необходимо, чтобы насекомое некоторое время питалось на поверхности растения, которое было обработано. Избирательность у *Bacillus thuringiensis* очень высока и полностью эффективна на ранних стадиях личинки. Известно много узкоспециализированных энтомопатогенных вирусов, которые заражают насекомое в личиночной стадии, после глотания. Их действие не является немедленным, поэтому инфицированные насекомые могут питаться в течение определенного периода времени, нанося дополнительный ущерб. Самый часто используемый вирус - это гранулез, активный против *Cydia pomonella* (яблонная плодожорка). Тем не менее, могут встречаться и другие активные микроорганизмы против различных видов насекомых-фитофагов.

Биодинамические методы. Самым известным средством от множества заболеваний является препарат хвоща полевого (*Equisetum arvense*), производство которого происходит в несколько этапов:

- приготовление отвара из растительного материала (зеленые не спорадические стебли) разбавляют 10 частями воды (10%), и кипятят в течение часа;

- разделение настоя зеленоватого цвета и хранение его в закрытых сосудах в течение нескольких дней, пока он не приобретет определенный запах, следуя приготовлению гомеопатических разведений (разведения 5 и 6) и распыление (1-2 обработки почвы и 1-3 обработки растений) для уменьшения атаки фитопатогенных грибов.

Ротенон (*Derris elliptica*) - самый известный вид рода *Derris*. Родом с Дальнего Востока. Используется порошок корня, который воздействует на тлю, нематод и насекомых. Применяется в виде отвара из свежих или сушеных измельченных корней. Может использоваться в сочетании с пиретрином. В случае снижения эффективности, лечение можно повторить через 3 дня.

Ним, или Ниим, (*Azadirachta indica*) представляет собой дерево со стойкими листьями, родом из Индии. Используются семена и листья, содержащие специфические тритерпены, называемые лимоноидами, проявляющие репеллентное действие, с функциями гормонального, нематоцидного и антимикотического нарушения. Применяется в виде отвара и настойки семян, а также в виде пурина из листьев. Он обладает способностью уничтожать яйца, личинки и взрослые особи более 200 видов полевых или складских вредителей. Масло нима используется в борьбе с болезнетворными микроорганизмами.

Квассия горькая (*Quassia amara*) представляет собой дерево, произрастающее в Азии и содержащее несколько биологических веществ с инсектицидным действием. Отвар квассии можно улучшить, добавив равное количество раствора калиевого мыла в 1-2,5% концентрации.

Калиевое мыло применяется для борьбы с клещами и опыленной тлей. Лечение предполагает применение отдельно или в смеси с другими препаратами (экстрактом хвоща) путем повторного опрыскивания растений различными видами растворов для борьбы с тлей, обыкновенным паутинным клещом и личинками колорадского жука.

Концентрированное калиевое мыло эффективно используется против тли и листовых блох в виде 2% раствора.

8.9. Меры защиты растений

Консервативная обработка почвы, особенно посев непосредственно в стерню, создает различные проблемы, связанные с борьбой с болезнетворными микроорганизмами и вредителями. С эпидемиологической точки зрения развитие патогенов, распространяющихся по воздуху и с помощью переносчиков, мало зависит от способа рыхления почвы. А в случае возбудителей, передающихся при участии структурных элементов почвы, наоборот - интенсивность и способ ее обработки гораздо важнее, и влияет на нормальное развитие растений, вызывая серьезные фитосанитарные проблемы. Таким образом, фитосанитарные проблемы, связанные с развитием насекомых и возбудителей заболеваний в почве или на ее поверхности, имеют особую сложность и требуют проведения глубоких исследований, направленных на разработку и применение экологически безвредных средств защиты растений.

Борьба с вредными организмами в условиях тесной связи между их развитием и элементами почвы, может быть решена путем создания и выращивания устойчивых и толерантных сортов растений, посредством севооборотов с несколькими культурами в ротации, с помощью увеличения норм посева и применения биологических средств защиты с усилением активности биологических агентов, используемых для этой цели.

Передовая практика в ходе развития растениеводства, особенно в последние годы, предложила различные меры по защите растений. Деятельность, направленная на уменьшение ущерба от вредных организмов, может быть разделена, в зависимости от основного эффекта, на две категории: профилактические меры и лечебные меры.

Профилактические меры. Это сельскохозяйственная деятельность, направленная на создание оптимальных условий для роста и развития, а также действия с положительными эффектами защиты растений. Например,

- создание природных мини-заповедников (агропромышленные полосы, живые изгороди, газоны и дороги, влажные биотопы) для сохранения и улучшения климатических факторов и свойств почв, а также для защиты, улучшения и диверсификации полезной фауны и флоры;
- организация сельскохозяйственных севооборотов, которые в случае полевых культур и овощей, должны содержать 25-50% многолетних растений, 25-35% однолетних растений, высеваемых в густых рядах, и 15-30% однолетних пропашных

растений. В виноградных и плодовых насаждениях интервал между рядами обычно покрывается травой или выращиваются однолетние, или многолетние кормовые смеси;

- практикуются длительные севообороты не менее 4 лет с чередованием (ассоциированных) культур и последовательными покровными культурами. Оптимальная степень покрытия растительного покрова в зимний период может быть более 60%, но также и менее 50% в районах с тяжелыми, засушливыми или полувзасушливыми почвами;
- чередование глубины обработки почвы. Наиболее эффективным методом является оборот пласта почвы после завершения каждого севооборота и обработка почвы на нормальной глубине в другие годы;
- удобрение почвы только ферментированным компостом. Навоз и некачественно приготовленный компост являются важными источниками заражения сорняками и болезнями, потому что, с одной стороны, они содержат большое количество семян сорняков и патогенов, а с другой стороны, прорастание первых и активность других стимулируются ферментативными процессами, через которые они проходят в пищеварительном тракте животных или на платформах хранения бытовых отходов;
- оптимизация деятельности по семенам и посеву, поскольку технологические процессы приводят к увеличению или уменьшению заражения сельскохозяйственных культур. Это повышает роль знаний в управлении процессами развития вредных организмов. В этом случае незнание и невежество являются ошибками и могут привести к серьезным последствиям, связанным с уровнем сельскохозяйственного производства;
- ориентация работ по уходу за растениями на особенности роста и развития вредных организмов. Таким образом, орошение и осушение могут иметь положительные или отрицательные последствия для распространения сорняков, патогенов и вредителей;
- своевременная уборка урожая является эффективным рычагом для борьбы с вредными организмами, или задержка сбора урожая может способствовать заражению сорняками и активизировать атаки болезней и вредителей;
- хранение урожая в оптимальных условиях, так как отложения могут способствовать дальнейшему заражению болезнями и вредителями.

Лечебные меры представляют собой конкретные действия, направленные против вредных биотических факторов и ориентированные на защиту культур от сорняков и вредителей, а

также на исцеление от болезней путем их устранения или удаления. Известно несколько типов лечебных методов. Физико-механические методы борьбы с сорняками основаны на использовании физических факторов (температура, свет, вода, человеческая сила и т. д.) и механические (животная и механическая энергия). В связи с этим мы предлагаем для применения несколько методов борьбы:

ручные - в эту категорию входят самые старые методы борьбы с сорняками: ручная прополка, прополка мотыгой и рыхление сапой. Ручная прополка состоит из ручного, индивидуального или группового выщипывания сорняков из часто посеянных культур. Процесс широко практикуется и сегодня для борьбы с многолетними сорняками, а также однолетними растениями в очень густых овощных культурах (петрушка, морковь, укроп, редис). Метод применяется как для борьбы с сорняками между рядами, так и внутри рядов;

механические - в эту категорию входят прополка и механическое рыхление, которые осуществляются специальными сельскохозяйственными машинами, которые тянутся животными или тракторами. Механическая прополка производится с использованием фиксируемых или регулируемых борон, запряженных лошадьми или крупным рогатым скотом, или косилкой травы и роторной лопаткой, которую тянет трактор. Обработка обычно выполняется весной и вносит значительный вклад в борьбу с однолетними сорняками в часто посеянных культурах;

тепловые - осуществляются с помощью установок с жидким пропаном, расположенных на тракторе или портативных устройствах. Почва прогревается всего на несколько сантиметров в глубину. Этот метод используется в овощеводстве для борьбы с сорняками из зерновых культур до и после появления культивируемых растений. Метод известен овощеводам, которые используют его для борьбы с сорняками в соляриях или теплицах, появляющимися в период между посевом и всходами культивируемых растений. В этом случае используют газовый баллон с горелкой.

Водные методы. Самый известный водный метод - затопление обрабатываемых земель. Благодаря этому многие из едва всходящих или взошедших сорняков могут быть уничтожены. Метод дает результаты только в случае устойчивых к затоплению культур, и тогда, когда сорняки малы и могут быть покрыты водой в течение нескольких дней.

Физико-механические методы борьбы с вредителями. Биологическое и физиологическое разнообразие вредителей культивируемых растений требует соответствующей диверсификации методов борьбы, в том числе физико-механических.

Термотерапия используется для борьбы с насекомыми, используя сжигание растительных остатков после сбора растений в случае заражения их вредными организмами, для сбора вредителей (слизней и жуков) и гнезд с яйцами или/и гусеницами и их ошпаривания, для хранения семян зерновых, бобовых на зерно и технических растений, подвергшихся нападению мотыльков и божьей коровки в холодных помещениях или при их заморозке.

Радиотерапия используется для стерилизации самцов с помощью рентгеновского излучения.

Подтопления используются для борьбы с вредителями, живущими в почве (мышами, крысами, кротами, медведками и т. д.). В этом случае норы, в которых они живут, заполняют водой.

Звуковые методы применяются к птицам и грызунам. Для этого устанавливают устройства со сжатым воздухом или карбидом, которые издадут громкие звуки. Для борьбы с грызунами на складах используются ультразвуковые приборы.

Методы привлечения используются при ловле мышей и крыс с использованием ярких ловушек, клейких и картонных лент, а также механических ловушек.

Установка отпугивателей, сеток и ограждений против птиц и грызунов, а также дробление яиц, личинок и взрослых особей.

8.10. Методы профилактики в защите растений, применяемые в консервативном сельском хозяйстве

Исходя из необходимости снижения давления пестицидов на агроэкосистемы, и с учетом наличия природных элементов, способствующих уменьшению воздействия вредных организмов на каждую сельскохозяйственную культуру, мы предлагаем использовать комплексную защиту растений, которая должна основываться на знании экологических характеристик каждого участка и на основе непрерывности борьбы, дополненной оперативностью, возможностью и эффективностью при выборе средств и методов. Профилактические методы и другие компоненты интегрированных систем защиты должны применяться и отслеживаться постоянно. Выделим следующие группы действий.

Выбор участка. Чтобы предотвратить засорение культур, необходимо знать биологические особенности сорняков, климатические и почвенные условия, а также технологические особенности культивируемых растений. Экологическая культура станет успешной только в том случае, если экологические условия будут удовлетворять требованиям культивируемых растений. В этом случае гармония между растениями и окружающей средой обеспечивает здоровье культур, которые могут легче противостоять атакам вредителей. Только обеспечение гармонии между окружающей средой и флорой может способствовать обогащению видов биоценоза и, в частности, развитию полезных живых организмов с одинаковыми экологическими требованиями.

Для каждой однородной экологической территории определяются следующие факторы окружающей среды: особенности почвы, условия рельефа, осадки, температуры, факторы, влияющие на микроклимат и характеристики среды обитания. Для правильного выбора растений для определенных участков, необходимо проанализировать традиции выращивания, проверить соседние растения, а также провести профилактические исследования по их защите при обычном производстве.

Органическое удобрение хорошо ферментированным навозом. Двигаясь по пищеварительному тракту животных вместе с кормом, только небольшая часть проглатываемых семян теряет свою прорастающую силу. Большая часть из них сохраняет жизнеспособность. Повышая температуру во время ферментации навоза до 50-70°C на специально оборудованных платформах, разрушается прорастание семян сорняков. Поэтому даже если потом они попадают в почву вместе с навозом, они не причиняют вреда. Для борьбы с болезнетворными возбудителями из мусора необходимо удалить, а затем сжечь остатки больных растений.

Мониторинг эволюции растительной флоры. Этот процесс необходимо отслеживать на уровне каждой органической фермы для определения каждого вида и принятия соответствующих мер. Очаги с проблемными сорняками, такими как бодяк полевой (*Cirsium arvense*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), овсюг (*Avena fatua*), ромашка непахучая (*Matricaria inodora*) должны убираться раньше, до созревания сорняков.

8.11. Применение комплексной защиты растений в системах консервативного сельского хозяйства

Комплексная защита сельскохозяйственных культур является незаменимым элементом при контроле плотности популяций в консервативном земледелии, и должна основываться на знании экологических характеристик каждого участка, а также на последовательности в борьбе, оперативности и эффективности при выборе средств и способов защиты. В связи с этим мы предлагаем несколько методов.

Методы профилактики при защите культур, которые включают в себя несколько действий.

- Выбор участка для культурного растения. При правильном выборе растений и участка необходимо проанализировать традиции выращивания, соседние культуры, характер и частоту проявления фитосанитарных рисков.

Агротехнические методы защиты сельскохозяйственных культур включают в себя несколько видов деятельности.

- Выбор сортов. Показаны устойчивые к болезням и вредителям сорта, более простые (местные), даже если их урожайность иногда ниже.
- Севооборот культур.
- Обработка почвы.
- Удобрение, в частности, органическое, приводит к энергичному росту плодовых культур, которые угнетают сорняки, прорастающие позже.
- Использование мелиорации приводит к изменению реакции почвы и исчезновению неподходящих видов сорняков при определенных значениях pH.
- Рациональный посев - контроль сорняков путем управления плотностью посевов.
- Уничтожение сорняков во время вегетации культур с помощью культивации.
- Уничтожение сорняков во время вегетации культур путем прополки и прашовки.
- Скашивание сорняков проводится в определенных зонах до их цветения и плодоношения. Многолетние сорняки многократно скашивают до истощения резервов в вегетативных органах размножения.
- Сбор вредителей. Выполняется с помощью специального оборудования.
- Привлечение вредителей. Для этого используются специальные ловушки.
- Своевременная и правильная уборка урожая с целью предотвращения загрязнения урожая семенами сорняков.
- Физические методы борьбы предусматривают изоляцию мест хранения урожая с целью предотвращения их загрязнения различными вредителями.

Биологические методы защиты культур имеют самый сложный механизм регулирования плотности популяций вредных организмов. Биологические методы подразумевают уничтожение сорняков при помощи аллелопатического потенциала некоторых видов насекомых, патогенов (вирусы, грибы, бактерии, актиномицеты, простейшие), а иногда – грызунов, гусей, уток и улиток. Биоинсектициды и биофунгициды, полученные из спонтанных или культивируемых растений, успешно используются в качестве химических препаратов.

Однако следует иметь в виду, что использование биологических методов ограничивается их небольшим количеством.

- Аллелопатия. Представляет собой естественное или индуцированное свойство сельскохозяйственных растений выделять определенные вещества, называемые «холинами», которые создают «ризосферную химическую среду» с фитотоксическим эффектом ингибирования (при высоких концентрациях) для принимающих сорняков.
- Насекомые. Использование насекомых, потребляющих листья, стебли или корни, для борьбы с предпочтительными сорняками.
- Насекомоядные птицы. Создание нормальных условий жизни для насекомоядных птиц или тех, кто потребляет в пищу семена сорняков.
- Патогенные микроорганизмы. Вирусы, грибки и бактерии разрушают ферментную систему, закупоривают проводящие сосуды, производят токсины и нарушают обменные процессы сорняков. Метод предполагает введение в поле живых агентов, таких как вирусы, бактерии, грибы, хищники и паразитоиды, в течение короткого или длительного периода времени для контроля за популяциями вредителей.

Существует два подхода к биологическому контролю:

- Профилактическое введение естественных врагов в начале каждого сезона. Применяется, когда естественные враги не выживают в окружающей среде от одного сезона к другому из-за неблагоприятных климатических условий или отсутствия хозяина. Популяции врагов внедряются, а затем растут в течение сезона, контролируя вредителей.

- Введение естественных врагов в момент нанесения вредителями урона. Обычно применяется при использовании патогенов, так как они не сохраняются в культуре при отсутствии хозяина.

Вирусы (вирус ядерного полиэдроза, вирус гранулеза) эффективны для борьбы с вредными чешуекрылыми. Каждый вид насекомых требует определенного вируса:

- энтомопатогенные бактерии вида *Bacillus thuringiensis* (Bt) доступны в качестве инсектицида с 1960-х годов. Существует несколько типов Bt, используемых для борьбы с чешуекрылыми и жесткокрылыми насекомыми;
- энтомопатогенные микромицеты, например, *Beauveria bassiana*. Существуют различные штаммы *B. Bassiana*, которые эффективны в борьбе с чешуекрылыми, жуками, тлями и трипсами. Существует несколько видов патогенных грибов для насекомых, которые можно использовать в борьбе с вредителями.
- энтомопатогенные нематоды могут использоваться против видов клещей (например, нематоды *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*) или почвенных насекомых, таких как *Agrotis* spp. в овощных культурах;
- энтомофаги, такие как *Trichogramma* spp., а также другие виды могут успешно использоваться для борьбы с вредными чешуекрылыми (*Helicoverpa armigera*, *Ostrinia nubilalis*, *Tuta absoluta* и др.) в полях и садах.

Антагонистическими микроорганизмами для патогенов растений могут быть грибы, например, рода *Trichoderma*, который паразитирует на других грибах, в частности патогенах растений (например, *Rhizoctonia solani*). Он также защищает растения от инфекции *Sclerotinia*, *Pythium* и *Botrytis*. Некоторые бактерии также могут влиять на уменьшение болезней растений. *Bacillus subtilis* действует против вида *Botrytis*, мучнистой росы или черной пятнистости на растениях. Другими подобными видами являются *Pseudomonas fluorescens* и *Azotobacter* spp.

Термические методы защиты растений основаны на воздействии термического фактора.

- Термические (физико-механические) методы борьбы с сорняками основаны на использовании повышенных температур для «ошпаривания», сжигания сорняков и стерилизации почвы на поверхности. Они также предполагают термическую дезинфекцию семян, их обеззараживание, обработку горячей водой и горячим воздухом.
- Химические методы защиты сельскохозяйственных культур основаны на

использовании натуральных и синтетических пестицидов (гербицидов, фунгицидов, пестицидов) для борьбы с вредителями, патогенами и уничтожения сорняков.

- Световые ловушки могут использоваться для улавливания молей и других ночных насекомых. Они эффективны, если размещаются сразу после того, как начинают появляться взрослые моли, и пока не отложены яйца. Недостаток световых ловушек заключается в том, что они привлекают и полезных насекомых. Кроме этого, не все насекомые, привлеченные светом, попадают в ловушку, что увеличивает их плотность вокруг нее.
- Цветные клейкие ловушки и ловушки с водой могут использоваться для мониторинга взрослых летающих насекомых. Иногда они снижают плотность вредителей. Яркие цвета привлекают большее количество насекомых. Ловушки с цилиндрическими поверхностями более эффективны, чем плоские. Ловушки не должны размещаться на границе поля или вблизи укрытий для полезных насекомых. Ловушки с водой должны быть не менее 6 см в глубину, площадью в 250-500 см², желательно круглыми. В воду можно добавить несколько капель моющего средства, чтобы повысить эффективность.
- Феромонные ловушки могут предотвращать спаривание вредителей. Как результат, в дальнейшем не появляется новое поколение вредителей. Приспособления содержат женские половые феромоны насекомых, которые «заманивают» самцов в ловушку, где они и остаются. Феромонные ловушки обычно используются для мониторинга вредителей, но могут использоваться и для массового захвата.

8.12. Роль и место биопрепаратов в системах консервативного сельского хозяйства

Двумя основными недостатками химического метода борьбы с вредителями являются: загрязнение природной среды пестицидами и появление/развитие устойчивости вредителей к пестицидам, что приводит к необходимости разработки новых методов борьбы. Среди них особый интерес представляет микробиологический метод. В последние десятилетия мы стали свидетелями стремительного развития микробиологии и патологии насекомых. Данный факт определяется как прямым применением микробиологических средств борьбы, так и использованием широкого спектра биологически активных веществ, полученных в результате технологических процессов их производства.

Для обеспечения продовольственной безопасности необходимо увеличивать объемы производства сельскохозяйственных культур. Причем, обеспечение продовольствием - это

только первая часть проблемы. Вторая и наиболее важная - обеспечение устойчивости процесса (Altman A., Hasegawa P.M., 2012). Большое разнообразие вредных организмов (около 67 000 видов) вызывает колоссальные потери сельскохозяйственных культур (25-30%), или ухудшение качества всего урожая, что требует массового применения пестицидов, широко используемых в интенсивном сельском хозяйстве. В глобальном масштабе потребности в борьбе с вредными организмами обусловлены потерями в размере 50 трлн \$ и покрытием стоимости пестицидов в размере 36 млрд \$, что оказывает большое влияние на окружающую среду (Volosciuc L. T., 2009b; IFOAM, 2015; Захаренко В.А., 2015).

Решением экологических проблем в сельском хозяйстве может стать использование экологически безопасных мер по контролю плотности популяций вредителей и повышению плодородия почвы. В защите растений все более настойчиво делается акцент на новых, альтернативных химическим, способах защиты, наиболее предпочтительными из которых являются биологические методы. Фермеры выработали ряд безвредных экологических средств и сельскохозяйственных практик, которые прямо или косвенно способствуют управлению вредными организмами. Мировой рынок биопестицидов добился значительных успехов, и вырос до отметки в 3,42 млрд \$ в 2016 году. Его рост к 2025 году, по прогнозам, составит 14,62 млрд \$, что означает увеличение на 17,52% с 2017 по 2025 гг. На данный момент экологическое управление вредными организмами по-прежнему остается сложной задачей и требует постоянного внимания (Koul O., 2011; Cooms Amy, 2013; Harry Brook and Mark Cutts, 2016).

Использование микроорганизмов в качестве живых инсектицидов, бактерицидов и фунгицидов на больших площадях подразумевает их промышленное производство, которое благодаря технологиям легко достижимо. Необходимо, чтобы полученный продукт долгое время сохранял свои патогенные или токсичные свойства, а его цена была доступной, ненамного превышая стоимость химических препаратов (Willer Helga, Lernoud Julia, 2015).

Микробиологический контроль представляет собой современный метод, который заключается в использовании препаратов на основе живых микроорганизмов (вирусов, бактерий, грибов, актиномицетов, нематод), которые паразитируют и убивают некоторых вредителей и патогены. В настоящее время известно более 500 видов грибов, паразитирующих на насекомых, преимущество которых состоит в том, что они легко распространяются посредством спор и выдерживают неблагоприятные условия в течение

длительного времени. Из широко используемых препаратов отметим MuKCXrdin M 45 и Boverin из *Beauveria bassiana*, Mitecidin из *Streptomyces aureus* с действием против колорадского жука и других насекомых. Из бактерий, используемых для борьбы с насекомыми, наиболее известной является *Bacillus thuringiensis*, которая стала основой для получения нескольких коммерческих препаратов, эффективных против личинок многих вредителей: Агритол, Дипел, Турицид, Новодор, Бактоспеин, Тюрингин, Энтобактерин, Туринтокс, Форей.

Энтомопатогенные вирусы, особенно представители семейства *Бакуловирусы*, успешно используются для получения вирусных препаратов, которые используются во многих странах. Из более чем 800 вирусов, вызывающих заболевания у свыше 175 видов насекомых, широко известны полиэдральные вирусы, которые служат для промышленного получения некоторых препаратов (фото 8.16). Эффективность бакуловирусных инсектицидов обеспечивается оригинальностью активного вещества и рядом преимуществ перед химическими методами, среди которых одним из важнейших является их специфичность. Широкое применение бакуловирусных препаратов стало возможным только после разработки и организации производства таких биологических средств, которые были зарегистрированы после проведения глубоких биотехнологических исследований.



Фото 8.16. Зарегистрированные бакуловирусные препараты для борьбы с вредными насекомыми

Энтомопатогенные бактерии играют большую роль в сокращении популяций вредителей. Они встречаются среди представителей трех семей, а именно: *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae* (*Salmonella tiphimurium*) и *Bacillaceae* (*Bacillus popilliae*, *B. thuringiensis*).

Bacillus thuringiensis - энтомопатогенная бактерия, которую можно выращивать на питательных средах и на специальных растениях для получения препаратов, воздействующих на насекомых. Бактерия имеет много разновидностей и серотипов, на основе которых ее можно получить с экзотоксином или без него. Экзотоксин играет важную роль в патогенезе, вместе со спорами определяя его эффективность. Возможность *Bacillus thuringiensis* вызывать заболевания личинок в основном зависит от двух токсинов, продуцируемых бактериями: эндотоксина, продуцируемого и сохраняемого в организме бактериальной клетки в виде белковых кристаллов, и экзотоксина, выделяемого бактерией в культурной среде или в атакованном организме.

Бактериальные клетки, поступающие с пищей в кишечник личинок, размножаются путем устранения экзотоксинов, которые вызывают паралич пищеварительного тракта, а при гибели бактериальных клеток эндотоксин, представленный кристаллами белка, удаляется. Последние, достигшие среднего кишечника, растворяются и вызывают разрушение стенки кишечника, что приводит к инвазии в общую полость бактерий. Другими словами, развивается септицемия (генерализованная микробная инфекция), следует паралич, а затем смерть насекомого, имеющая характерный аспект: тело мертвой личинки представляет собой резервуар бактерий, который, разрушая остатки ее оболочки, распространяется на личинок, потребляющих загрязненную пищу (Scialabba N., 2015; Raumjit Nokkoul, 2016).

В разных странах зарегистрированы различные коммерческие продукты (энтомобактерин, дендробацилин, лепидоцид, турингин, дипель, битоксибацилин, гомелин, и др.), которые содержат более 6 000 активных единиц на каждый грамм препарата и предназначены для борьбы с разнообразными вредными насекомыми. По сравнению с химическими веществами, бактериальные биологические препараты обладают замедленным действием: заболевание и смерть наступают через 2-4 дня, эффективность снижается через 7-10 дней. Необходимо отметить, что личинки перестают питаться с первого дня (Neil Helyer, 2014; Nawaz M., Mabubu J.I., Hua H., 2016).

Учитывая накопленный опыт в области производства биологических препаратов и необходимость борьбы с некоторыми видами вредных организмов, с которыми нельзя бороться другими биологическими средствами, особой остается роль специалистов Республики Молдова. С их помощью был разработан и утвержден ряд микробиологических средств, эффективных в борьбе с вредными организмами и улучшении окружающей среды. Среди них можно выделить следующие биологические средства.

TRIHODERMIN-BL - Триходермин-БЛ. Основой препарата является грибок *Trichoderma lignorum* (ode) Harz. Используется для борьбы с белой, серой и корневой гнилью овощных, декоративных, бобовых культур, а также рассады табака и овощных культур. Препарат останавливает развитие серой гнили у клубники и виноградной лозы; аскохитоза огурцов, фузариоза и вертицилоза овощных и эфирно-масличных культур. Триходермин уменьшает поражение культур патогенами указанных заболеваний в 2-3 раза, стимулируя рост и развитие растений и обеспечивает увеличение урожая на 25-30%.

TRIHODERMIN-F7 - Триходермин-F7. Основой препарата является грибок *Trichoderma harzianum* Refai в гранулированной и жидкой форме. Используется для борьбы с корневой гнилью овощных культур и гвоздики, аскохитозом и белой гнилью огурцов. Уменьшает корневую гниль в 1,5-2 раза, белую гниль до 40-50%. Препарат обеспечивает увеличение урожая на 1,5 - 2 кг/м².

NEMATOFAGIN-BL - Нематофагин БЛ. Основой препарата является грибок *Arthrobotrys oligosporum* Fres, который используется для борьбы с нематодами овощных, клубничных и чесночных культур. Уменьшает мелойдогенез в 2-3 раза. Приводит к увеличению урожая на 0,5-1 кг/м².

VERTICILIN – Вертициллин. Основой препарата является грибок *Verticillium lecanii* Vilgas, смачиваемый порошок. Используется для борьбы с тепличной или оранжерейной белокрылкой. Эффективность составляет 95% в условиях высокой влажности воздуха (85%) и температуры 20-28°.

RIZOPLAN – Ризоплан. Основой препарата является бактерия флуоресцирующая псевдомонада *Pseudomonas fluorescens* AP-33. Применяется для борьбы с корневыми гнилями у зерновых и овощных культур, табака, гороха. Уменьшает заболевание на 30%. Это обеспечивает увеличение урожая овощей на 3,4 т/га.

PENTAFAG-M - Пентафаг-М. Используется для борьбы с бактериозами косточковых и бахчевых культур. Препарат основан на 5 штаммах бактериофагов, эффективных для борьбы с болезнями растений, вызываемых бактериями рода *Pseudomonas*. Норма расхода 4 - 6 л/га.

Ряд экологически безвредных вирусных препаратов был разработан для борьбы с вредителями, с которыми нельзя бороться другими биологическими средствами (фото 8.17).

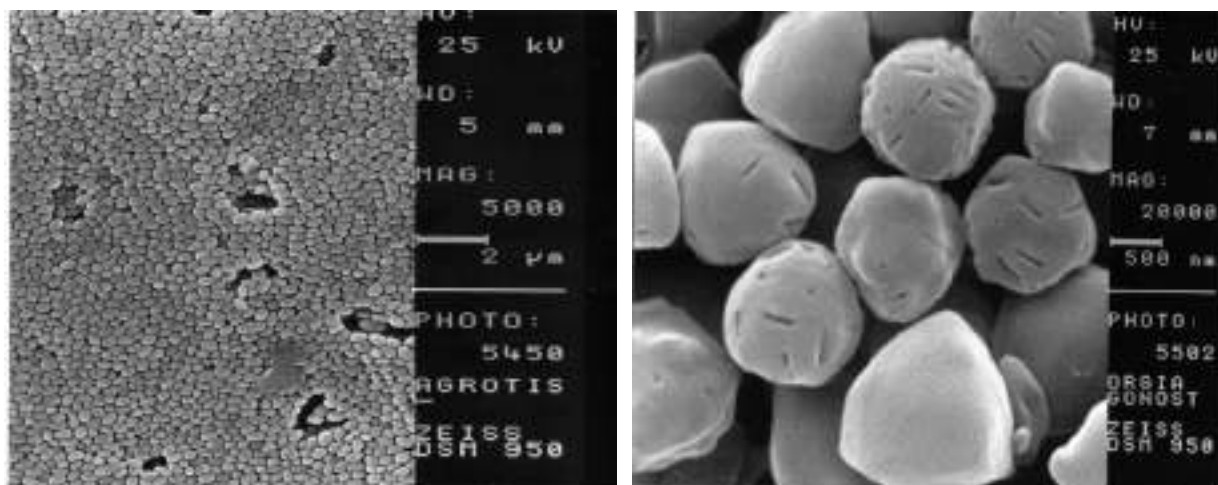
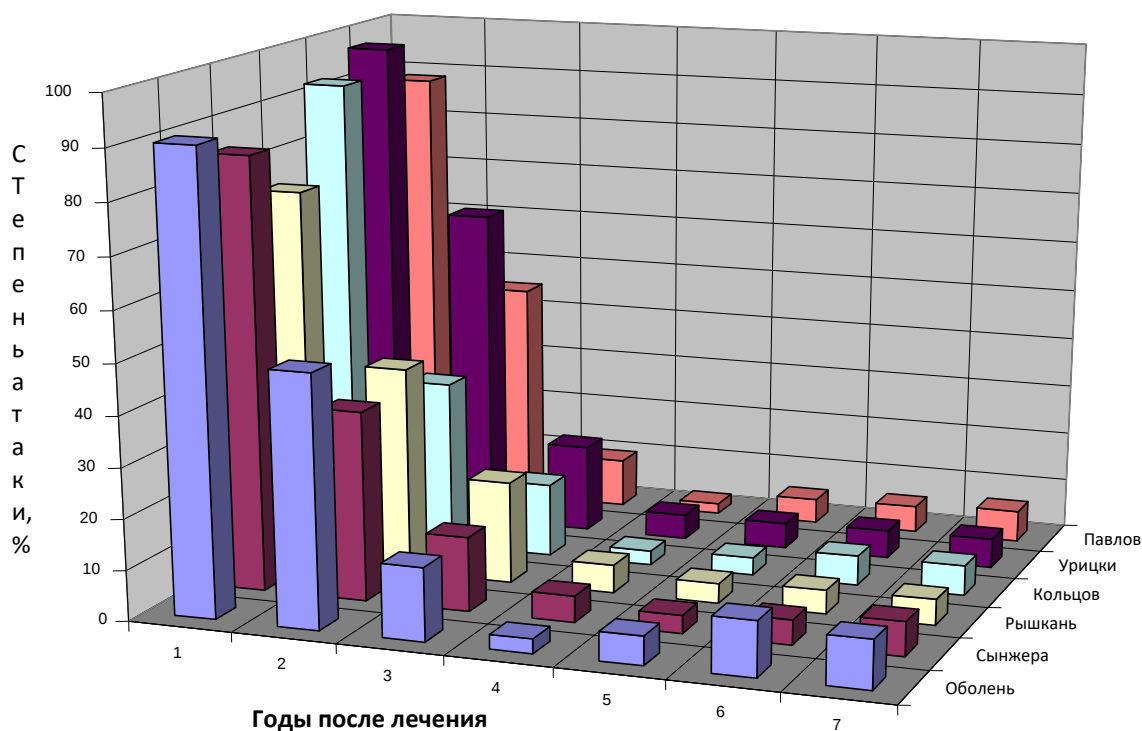


Фото 8.17. Ультраструктурные особенности вируса гранулеза и ядерного полиэдроza

ВИРИН-АББ-3. Для борьбы с гусеницами американской белой бабочки из тутовых садов, лесных насаждений и парков. Препарат основан на вирусах ядерного полиэдроza и гранулеза кумулятивного и синергетического действия. Титр препарата составляет 6 млрд частиц. Норма потребления составляет 0,1-0,2 кг/га. Обладает эпизоотическим и постактивным эффектом (фото 8.18).



VIRIN-MB. Используется для борьбы с совкой капусты, помидоров, других овощных культур. Препарат основан на вирусе ядерного полиэдроза *Mamestra brassicae*. Титр составляет 3 млрд/г, норма использования - 0,1-0,2 кг/га. Препарат совместим с выпусками энтомофагов.

VIRIN-OS. Используется для борьбы с совкой рода *Agrotis* (совка ипсилон, восклицательная совка) на овощных, технических культурах (табак, сахарная свекла), бахчевых и лекарственных травах. Основан на вирусах гранулеза и ядерного полиэдроза с синергистическим действием. Титр составляет 3 млрд/г, норма использования - 0,1 кг/га. Препарат совместим с энтомофагами, тригограммой, браконом и апантелесом.

VIRIN-HS-2. Используется для борьбы с гусеницами совки хлопковой и совкой рода *Heliothis*. Модифицированный препарат основан на вирусе ядерного полиэдроза неспецифического хозяина. Титр составляет 3 млрд/г. В условиях Республики Молдова рекомендуется для борьбы с совкой помидоров, перца, сахарной кукурузы и др. Норма потребления составляет 0,2 кг/га.

VIRIN-CP. Используется для борьбы с яблоневой плодовой жоркой в садах. Основан на вирусе гранулозы *Carpocapsa pomonella*. Титр 3 млрд/г, норма использования составляет 0,1 кг/га. Препарат совместим с фунгицидными смесями, за исключением тех, которые содержат ртуть и бордосскую жидкость.

Особенно впечатляющими являются исследования в области разработки и применения биологических средств для борьбы с вредными насекомыми с использованием энтомопатогенных нематод. Уже протестировано и одобрено несколько продуктов на основе энтомопатогенных нематод, которые особенно результативны в борьбе с приземными насекомыми, бороться с которыми другими эффективными биологическими средствами нельзя.

Все это, в отличие от химической защиты растений, обеспечивает не только контроль плотности популяций вредных организмов, но и способствует сохранению и улучшению окружающей среды (*фото 8.19*).



Фото 8.19. Активизация полезных организмов в системах консервативного земледелия

Борьба с сорняками - комплексная деятельность, которая осуществляется несколькими способами: ручные работы (выборочная прополка в период посева-всхода и после всхода до момента, когда еще можно помочь культуре в борьбе, например, с многолетними сорняками; механические работы, проводимые 1-2 раза с использованием бороны для сорняков или регулируемой угловой бороны в период посева-всхода).

Борьба с вредителями. Предупреждающая обработка инсектицидами широкого спектра действия на основе растительных экстрактов: Пиретрум (*Pyrethrum cinerariaefolium*), Ниим (*Azadirachta indica*), Квазия (*Quasia amara*).

Борьба с листовыми заболеваниями. Предупреждающие процедуры с фунгицидами, и биодинамическими препаратами (отвар хвоща полевого - *Equisetum arvense*).

Орошение. Там, где есть ирригационная система, и, в частности, осенью и засушливой весной, применяется полив 300-400 м³/га перед осушением и/или 1-2 полива 300-400 м³/га весной, когда почва сухая, а земля покрыта растительностью более чем на 80%.

8.13. Авторизованные средства защиты растений

В соответствии с Регламентом Совета Европейского Союза № 834/2007 об органическом производстве и маркировке органических продуктов и Регламентом Комиссии (ЕС) 889/2008, методы и средства защиты растений в органическом сельском хозяйстве

основаны на соответствующей агрономической практике. Из наиболее важных продуктов, используемых против насекомых и клещей, применяются следующие:

растительные масла (масло перечной мяты, масло сосны, масло тмина) представляют собой смесь натуральных веществ, извлеченных из разных частей растений, таких как цветы, семена и плоды. Большинство из них содержат олеиновую кислоту и линолевую кислоту, которые используются в качестве инсектицидов, вызывая удушье насекомых и их яиц;

***Bacillus thuringiensis* (Bt)** является наиболее широко используемым бактериальным препаратом в органическом сельском хозяйстве. Существуют различные препараты типа Bt, под действием которых во время споруляции вырабатываются токсины, которые являются активным веществом продукта и реактивируются в кишечнике насекомых. Бактерии оказывают избирательное действие на членистоногих с кислотностью в кишечнике и проявляются только при проглатывании, что определяет способ их применения - для вредных насекомых в фазе личинки. Препарат не токсичен для позвоночных и не проявляет фитотоксического действия. Норма потребления - от 0,5 до 2,0 кг/га;

калиевая соль жирной кислоты, или жидкое калийное мыло, получают путем смешивания растительных масел с щелочными веществами, такими как каустическая сода и гидроксид калия. Помимо широкого использования в качестве моющего средства, этот продукт также можно использовать в сельском хозяйстве в качестве инсектицида. Одно из его важнейших свойств – он полностью биоразлагается (метаболизируется почвенными бактериями). Калийная соль используется в качестве инсектицида, добавки для других средств защиты растений и против грибов и сорняков. В смеси с другими инсектицидами, такими как ротеноны и пиретрины, она улучшает адгезию и стойкость этих растворов. Жидкое мыло действует как инсектицид прямого контакта, убивая насекомых кутикулой и слабым тегументом. Используется против насекомых-фитофагов, с тонкой кутикулой, таких как тли, трипсы и клещи. Этот продукт также можно использовать для промывки выделений сладких и восковых веществ тли;

сульфид кальция используется в качестве инсектицида и фунгицида. Действующим веществом является сера в различных формах. Как инсектицид действует через контакт по причине едкости продукта и асфиксии насекомых. Препарат также проявляет фунгицидные

свойства из-за присутствия серы. Он активен против яиц клещей, и против хищников клещей;

минеральные масла (белый парафин, нефтяные масла) получают путем фракционной перегонки нефти при высоких температурах, гидрогенизации и экстракции растворителем, что влияет на состав и агрономическое воздействие продукта. Они вызывают удушье у насекомых и их яиц, но также активны в качестве репеллентов при кормлении или откладывании яиц. Минеральные масла активны при непосредственном контакте с мелкими насекомыми, но проявляют эффективность и против мучнистой росы, и сорняков из-за их фитотоксичности;

гидролизированные белки используются в качестве аттрактантов только в сочетании с эконоинсектицидами, которые используются для борьбы с мухами во взрослой фазе, когда те нуждаются в белке для пищи, и вызывают их гибель. Не влияют на окружающую среду;

пиретроиды (дельтаметрин или лямбда-цигалотрин) представляют собой группу синтетических пестицидов, похожих на естественные пиретрины. Они устойчивы к свету и растворимы в органических растворителях. Пиретроиды действуют через контакт и проглатывание, убивая насекомых в течение нескольких минут;

медь является активной основой многих препаратов с фунгицидными и бактерицидными свойствами (сульфат меди, гидроксид меди, оксихлорид меди и оксид меди, которые имеют в качестве активного вещества ион меди (Cu^{++})). Он активен при прямом контакте, вызывая денатурацию ферментов и белков в клеточной мембране и ингибируя прорастание спор. Медь обладает биологической эффективностью в отношении широкого спектра патогенных грибов, а также против бактерий. Медные продукты не опасны для домашних животных, но токсичны для рыб и других холоднокровных;

перманганат калия (KMnO_4) представляет собой окислительное, водорастворимое энергетическое соединение, применяемое в качестве дезинфицирующего средства, которое действует через контакт, окисляя органические вещества. Используется в качестве фунгицида, бактерицида и моллюскоцида. В концентрированном виде продукт едкий;

сера - фунгицид с побочным эффектом на клещей и с низким воздействием на окружающую среду. Из-за своей липидной растворимости, сера проникает в клетки гриба и обезвоживает

их. Используется против болезнетворных вредителей. Сера не токсична для млекопитающих, но токсична для некоторых насекомых. Раздражает глаза и требует использования защитных очков во время распыления;

лецитин представляет собой компонент фосфолипидов, извлеченных из сои, а также из подсолнечника, рапса и яиц. Используется в качестве эмульгатора, стабилизатора и антиоксиданта в пищевой промышленности. Лецитин проявляет фунгицидные свойства, его действие заключается в ингибировании прорастания спор.

8.14. Комплексная защита зерновых культур

Одним из основных факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий является рациональная защита урожая от нападения вредителей, болезней и сорняков, которые ежегодно наносят значительный ущерб сельскому хозяйству. В почвенно-климатических условиях Молдовы сельскохозяйственные культуры подвергаются атаке более 270 видов вредителей, болезней и видов сорняков. Особую опасность для полевых культур в последние годы представляют южный серый долгоносик, озимая совка, хлебная жужелица, огнёвка кукурузная, озимая муха, обыкновенная злаковая тля, проволочник, вредная черепашка, гороховая зерновка, гороховая тля, свекловичный долгоносик, корневая свекловичная тля, малый серый долгоносик и другие, а также ряд видов сорняков.

Среди наиболее опасных патогенных заболеваний выделяются: мучнистая роса злаковых культур, корневая гниль зерновых, бурая ржавчина (*фото 8.20*), головня (твердая и летучая), мучнистая роса пшеницы (*фото 8.21*), аскохитоз и мучнистая роса гороха, корневая гниль гороха, мучнистая роса и церкоспороз свеклы, пероноспороз подсолнечника, фомопсис, белая гниль и серая гниль подсолнечника, заразиха и другие. Комплексная защита включает в себя различные методы борьбы с большинством вредителей и болезней полевых культур.



Фото 8.20. Проявление симптомов бурой ржавчины пшеницы на стеблях и листьях.

Основная проблема защиты растений заключается, с одной стороны, в противодействии развитию и размножению вредителей, сорняков и инфекций сельскохозяйственных культур, с другой - в создании оптимальных условий для развития сельскохозяйственных культур, а также полезных видов энтомофагов и грибов-антагонистов, которые способствуют улучшению фитосанитарной ситуации на длительный период. Решение этих довольно сложных проблем возможно при условии строгого соблюдения требований и критериев комплексных систем защиты растений, в основе которых лежит сочетание мероприятий организационного, агротехнического, химического, биологического характера, и не в последнюю очередь - селекционные и генетические действия.



Фото 8.21. Проявление пыльной головни и мучнистой росы на пшенице

Организационные меры предусматривают не только создание современной материально-технической базы, но и ее рациональное использование. В то же время необходимо обеспечить эффективную и последовательную деятельность как фермерских хозяйств, так и квалифицированных специалистов, способных обеспечить эффективную и рентабельную защиту полевых культур. Применение систем консервативного земледелия для производства полевых культур, особенно зерновых злаков, сталкивается с ростом биомассы гниlostных микроорганизмов и накоплением различных факультативно патогенных микробиологических агентов, которые в определенных условиях вызывают проблемы, связанные с распространением фитопатогенов в окружающей среде сельскохозяйственных культур. Это определяет необходимость предварительной обработки семенного материала фунгицидами, особенно биопестицидами, как биологических средств для борьбы с патогенами. В целях расширения консервативного сельского хозяйства на полевые культуры, мы предлагаем ряд биологических средств контроля фитосанитарных агентов, в том числе микотические препараты для реального использования, созданные на основе грибов рода *Trichoderma* и бактериальные препараты Ризоплан и Паурин.

Целью агротехнических мероприятий является создание в посевах полевых культур экологической ситуации, которая помогла бы предотвратить массовое размножение вредителей, обеспечила бы постоянное снижение числа их популяций, а также уменьшение распространения эпизоотий и эпифитов, повышение уровня устойчивости (специфической и неспецифической) растений к повреждению патогенами. Необходимо отметить и главную роль уровня выносливости вновь созданных сортов и гибридов полевых культур, доля которых в структуре посевов последних лет в Республике Молдова увеличивается.

Применение химических методов в сельском хозяйстве рассматривается как крайняя мера. Они используются в тех случаях, когда меры контроля (фитосанитарные, агротехнические и биологические или другие) по объективным причинам не могут быть применены, или, когда не обеспечивают эффективную защиту урожая и уровень популяции культуры растений с патогенами (вредителями) превышает экономический порог вредителей.

Исходя из этого, возникает необходимость в фитосанитарном мониторинге каждого конкретного участка для оценки уровня атак вредителей или выявления очагов инфекции. В то же время мониторинг важен и для выявления полезных видов насекомых или антагонистических микроорганизмов, необходимых для установления рационального использования химических методов и последовательности выполнения требований к их

использованию (фото 8.22). Применение пестицидов без предварительного мониторинга участков и установления экономического порога вредоносности рассматривается как нарушение нормативных актов по комплексной защите культур и охране окружающей среды.



Фото 8.22. Отбор образцов для мониторинга фитосанитарного состояния зерновых культур

Биологические меры защиты растений предполагают использование против вредителей, болезней и вредных растений комплекса видов растений и микроорганизмов, являющихся их естественными врагами (конкурентами): насекомых-энтомофагов и микроорганизмов-антагонистов. В настоящее время мы можем применять биологические методы в борьбе с различными видами совок, кукурузным мотыльком, вредной черепашкой и различными видами тлей. Их эффективность в значительной степени зависит от максимально широкого учета соотношения вредных и полезных организмов, а также от потоков климатических факторов в соответствующий период.

Среди видов вредителей и инфекций, наиболее распространенными являются: хлебная жужелица, килевик лиственный, обыкновенная злаковая тля, трипсы, хрущ майский западный, озимая совка (3 вида), злаковая муха, шведская муха, гессенская муха, южный серый долгоносик, грызуны (2-3 вида), головня (твердая и летучая), стеблевая головня

пшеницы и ячменя, ретикулярный гельминтоспориоз пшеницы и ячменя, фузариозное увядание корня, различные виды ржавчины, мучнистая роса. Также регистрируется черный бактериоз пшеницы, бактериоз ячменя, различные вирусные заболевания, и другие патогенные агенты инфекционных болезней.

Для комплексной защиты полевых культур от нападения вредителей и инфекций рекомендуется проводить ряд мероприятий:

- высев качественных семян одобрённых сортов с повышенной устойчивостью к атакам болезней и вредителей, хорошо адаптированных к почвенно-климатическим условиям;
- размещение озимой пшеницы после наиболее оптимальных предшественников: гороха, люцерны, вики луговой, сои. Это уменьшит плотность популяций многих вредителей и даст низкое повреждение посевов корневой гнилью, хлебной жужелицей, злаковыми мухами и другими вредными организмами;
- подготовка почвы к посеву озимых культур, в том числе срочная вспашка после уборки предшественников на участках, которые в большей степени страдают от грызунов-млекопитающих. Таким образом будут созданы неблагоприятные условия для их развития, что будет способствовать уничтожению насекомых-вредителей и патогенов.

В промежутке между подготовкой почвы и посевом (50-60 дней) регулярно уничтожаются всходы самосейки и сорняков механизированными работами по рыхлению почвы, что уменьшает количество злаковых мух, хлебной жужелицы, проволочника, ложнопроволочников, личинок озимой совки, а также инфекции ржавчины, мучнистой росы, корневой гнили, гельминтоспориоза, бактериоза (*фото 8.23*). Применение поверхностных обработок почвы необходимо проводиться только на полях, освобожденных после возделывания гороха, подсолнечника и кукурузы. Это должно совпадать с периодом массовой кладки яиц степной гусеницы, озимой совки и хлебной жужелицы.



Фото 8.23. Состояние биологически защищенного пшеничного поля на фоне засухи

Для борьбы с инфекциями, передающимися через семена (головня твердая, корневая гниль, головня, фузариоз, гельминтоспориоз, бактериоз), важно проводить дезинфекцию. Для повышения ее эффективности необходимо применение адъювантов в количестве 150-200 г/т.

Для обработки семян, пораженных летучей головней, за 4-5 дней до посева проводятся лечебные работы с применением одобренных препаратов. При распространении фузариоза, гельминтоспориоза, головни или мучнистой росы, для лечения семян используются биологические средства или химические препараты. При регистрации присутствия насекомых-вредителей (проволочников, хлебной жужелицы, озимой мухи) лечение семян дополняется одним из одобренных инсектицидных препаратов. На массивах, освобожденных после культуры гороха или вики луговой, во время массовых отложений яиц озимой мухи (второго поколения) разумно применять энтомофаг *Trichogramma*.

В случае обнаружения на 1 м² более 3 личинок совки зерновой или совки озимой, дополнительно при предварительной обработке семян препаратами, обладающими инсектицидной активностью, культурные посевы требуют обязательной обработки одобренными препаратами. Посев в оптимальное время (озимая пшеница – в течение третьей декады сентября до первой декады октября, а яровые зерновые культуры - в первые две декады марта) способствует снижению уровня вреда, вызванного злаковой мухой, шведской мухой, гессенской мухой, а также уровня повреждения мучнистой росой, корневой гнилью, головней, коричневой ржавчиной, септориозом и вирусной мозаикой.

При появлении растений, борьба с хлебной жужелицей (на полях после предшественников из семейства злаковых) и озимой совкой осуществляется в зависимости от плотности популяции вредителей. В условиях засушливой осени в фазе «всходы - 1-2 листа» при плотности 450-600 всходов на 1 м^2 , экономический порог вредоносности составляет - одна личинка/ м^2 (фото 8.24).



Фото 8.24. Общий вид пораженного участка пшеницы и особенности вреда, нанесенного хлебной жужелицей

В фазе «2-3 листа - кущение» экономический порог вредоносности составляет 2-3/ м^2 . В случае регистрации в осенний период очагов растений, подвергшихся нападению мучнистой росы или коричневой ржавчины, растения в фазе «кущение» следует лечить одобренными препаратами.

Для борьбы с зерновыми мухами (15-20 имаго зерновой мухи и 30-40 шведских мух на 1 м^2) применяется двойная обработка краев поля рекомендуемыми инсектицидами с интервалом в 7-10 дней. Посевы, населенные долгоносиками различных типов, более 2 особей/ м^2 , а хлебной жужелицы - 2-3 личинки/ м^2 , обрабатываются одобренными инсектицидами.

В период массового полета злаковых мух, весенние зерновые культуры обрабатываются теми же препаратами, что и в осенний период. В конце периода «кущение - выход в трубку» участки, пораженные мучнистой росой, коричневой ржавчиной, гельминтоспориозом или септориозом, обрабатываются одобренными препаратами. В благоприятных условиях

развития вредителей, лечение растений проводят 2 раза с интервалом в 10-12 дней. Первая весенняя обработка фунгицидами может быть объединена с использованием внекорневых удобрений или гербицидов. При сильном распространении зеленой тли (20-25 особей/колос) или популяции на более 50% растений в фазе «выход в трубку-колошение», будут применяться одобренные афициды (фото 8.25).



Фото 8.25 Анализ фитосанитарного состояния биологически защищенной пшеницы

При распространении клопа вредная черепашка (2 экземпляра/м²), в фазе «кущение - выход в трубку» производят опрыскивание посевов инсектицидами. На стадии молочно-восковой зрелости, обработка массивов, на которых планируется производство высококачественного зерна, значение экономического порога вредоносности составляет 2-3 личинки/м², а на других посевах обработка проводится при плотности 5-6 личинок/м².

Если в фазе «выход в трубку – колошение» регистрируется более 30-40 экземпляров личинок пшавицы красногрудой на 1 м² (0,5 личинки/растение), либо регистрируется 15-20 личинок трипсов на одном колосе, проводится обработка растений одобренными инсектицидами. При нападении хруща майского западного (фото 8.26) в первые 10 дней после их появления на посевах плотностью 4 экз./м², применяется обработка краев поля инсектицидами.

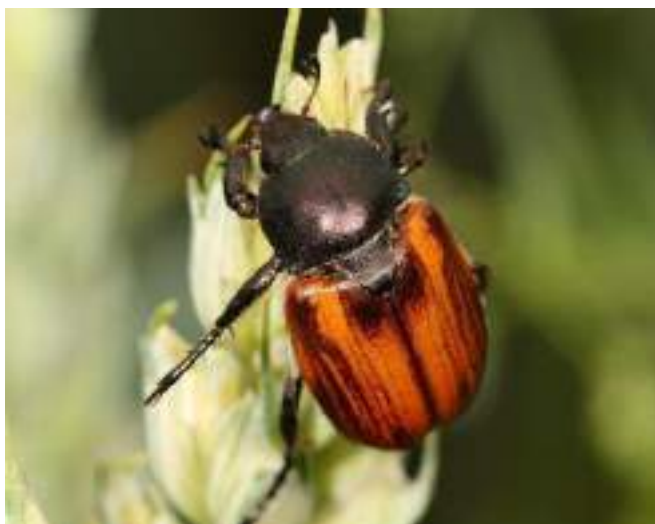


Фото 8.26 Атака хруща майского западного на колосья пшеницы

При «колошении (выметывании) - цветении - восковой спелости», в борьбе с коричневой ржавчиной (1-2 пустулы/лист) применяются утвержденные препараты, а в случаях, когда на растения нападает мучнистая роса, для их лечения используются одобренные фунгициды. Для борьбы с гельминтоспориозом, септориозом и фузариозом колоса в фазе «появление нижнего стеблевого узла над поверхностью почвы - колошение» применяются одобренные фунгициды.

Сбор зерновых культур осуществляется в оптимальные сроки с максимально возможным исключением потерь урожая (*фото 8.27*). Задержка с уборкой способствует принудительному распространению фузариоза и бактериоза озимой пшеницы, увеличению плотности популяций зерновых клопов, хлебной жулики, пьявицы красногрудой, а на растениях самосейки впоследствии образуются очаги мучнистой росы, фузариоза, гельминтоспориоза, а в некоторые годы - коричневой ржавчины.



Фото 8.27. Общий вид участка биологически защищенной пшеницы

8.15. Интегрированная защита зернобобовых культур

Горох, фасоль, вика. Из комплекса вредителей, растущих на растениях данных культур, выраженную опасность представляют следующие: долгоносики (полосатые и волосатые) бобовых, гороховая зерновка (*фото 8.28*), луговой мотылек, гороховая тля, гороховая плодожорка.



Фото. 8.28. Общий вид гороховой зерновки и особенности атаки южного серого долгоносика

Из большого спектра возбудителей болезней сильное влияние оказывает мучнистая роса бобовых культур (*фото 8.29*), аскохитоз гороха, вирусная мозаика и бактериоз бобов.



Фото 8.29. Проявление мучнистой росы бобовых на растении и листе гороха

Среди основных элементов интегрированной системы защиты выделим наиболее важные и часто применяемые:

- использование семян одобренных сортов с повышенной устойчивостью к болезням и вредителям, которые адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям;

- размещение на участках после зерновых культур сахарной свеклы и кукурузы. На землях, где выращивались бобовые, не рекомендуется после этого размещать одни и те же культуры в течение 3 лет. Однолетние бобовые располагаются на расстоянии в 1,0-1,5 км от массивов многолетних бобовых культур. Аналогичная изоляция проводится и от массивов, освобождённых от подобных культур в предыдущем году.

После сбора урожая бобы высушивают до предела влажности хранения (14%), используя специализированные сушилки или проводят сушку на солнце. Запрещено использовать для посева семена, выращенные на участках, пораженных аскохитозом, фузариозом, бактериозом и другими заболеваниями. Для борьбы с микотическими и бактериальными инфекциями, семена обрабатывают защитными средствами, особенно биологическими препаратами Rizoplan SC и Trichodermin SC (*фото 8.30*).





Фото 8.30. Общий вид участков биологически защищенного гороха

Посев проводится в оптимальные сроки, что способствует снижению уровня вредоносности листового долгоносика гороха, гороховой тли, соевой плодоярки, а также вирусных заболеваний. Оптимальную плотность растений соблюдают для каждого сорта и культуры, так как в посевах с высокой плотностью более интенсивно развивается корневая гниль, бактериоз и аскохитоз, а в посевах с малой плотностью развиваются сорняки и вирусные заболевания.

Борьба с листовым долгоносиком гороха будет проводиться при достижении плотности в 20-25 особей/м² (или 10-15 в период засухи). Сначала обрабатывают края участка - полосы шириной 30-40 м от массивов, многолетних трав и лесных полос, используя одобренные гербициды. Химическая борьба с гороховой тлей будет проводиться при плотности в 10-15 экз./растение, а при соотношении насекомых-афидофагов и тлей 1 : 30, химическая обработка откладывается на 3-4 дня. Окончательное решение принимается после мониторинга фитосанитарной ситуации, а борьба осуществляется с использованием одобренных афидоцидов. Для борьбы с листовым долгоносиком гороха (выявление 150 особей на 100 движений энтомологического сачка) посевы обрабатывают дважды: первый раз в конце фазы бутонизации (5-10% цветущих растений), второй - раз-через 7-10 дней после первого лечения одобренными инсектицидами.

На полях, занятых семенным горохом, при появлении первых симптомов таких заболеваний, как аскохитоз, антракноз, пероноспороз, применяется обработка растений медьсодержащими препаратами. В борьбе с вирусными заболеваниями на массивах,

занятых бобовыми, зараженные растения исключаются на втором этапе формирования листьев. Если количество зараженных растений превышает 5%, массивы исключаются из категории семенных участков.

Сбор урожая организуется в сжатые сроки и без потерь. В борьбе с долгоносиком гороха, фасолевой зерновкой и другими вредителями, растительные остатки на черенке ликвидируются сразу после очищения семян. Семена гороха, которые заражены долгоносиками (10 особей/кг семян), лечат после сбора урожая, используя одобренные продукты.

Соя. На посевы растения нападают различные патогены болезней: белая гниль, бактериоз, переноспороз, вирусная мозаика, а также большое количество вредителей: проволочники, долгоносики, луговой мотылек, бабочка репейница или чертополоховка, гороховая плодожорка, обыкновенный паутинный клещ и другие вредные организмы (*фото 8.31*).



Фото 8.31. Общий вид бабочки репейницы или чертополоховки

Для уменьшения причиненного ущерба необходимо реализовать систему интегрированной защиты данной культуры. Для посева должны быть использованы исключительно семена одобренных сортов, имеющие повышенную устойчивость к приступам болезней и атакам вредителей, развитие которых преобладает в определенных областях.

В севооборотах сорта высаживают после зерновых культур или после кукурузы. Размещение культуры после подсолнечника или рапса категорически запрещено. Повторное возвращение сои на те же самые участки можно осуществить не ранее чем через 4-5 лет. Соблюдение требований пространственной изоляции акации (которая является

очагом вредных организмов) предполагает расстояние не менее 0,5 км от плантаций бобовых культур и не менее 1 км от массивов, на которых в предыдущем году выращивали сою или подсолнечник.

Для предотвращения развития фузариоза и аспергиллоза, бобы должны быть очищены и высушены после сбора урожая, а перед посевом обработаны одобренными фунгицидами (фото 8. 32).

Посев проводится в оптимальное время (при температуре почвы +10, +12°C). При посеве в ранние сроки или его проведении на неоптимальной глубине - 7-8 см, растения поражаются корневой гнилью или уничтожаются проволочниками, а в случае поздних посевов - усиливается атака вирусной мозаики и белой гнили.

В борьбе с долгоносиками овощных культур, гороховой плодожоркой (экономический порог вредности - 5 личинок/растение, или 5% поврежденных стручков), луговым мотыльком (при регистрации популяции в 5 и более экземпляров/м²) и обыкновенным паутинным клещом (3-5 особей/лист, или колонизация 10% растений), будут применены одобренные инсектициды и акарициды. При превышении экономического порога вредности должны проводиться процедуры по борьбе с чешуекрылыми: люцерновой совкой, или другими ночницами (8-10 личинок/м²).



Фото 8.32. Биорациональные препараты, зарегистрированные для защиты сельскохозяйственных культур

При выявлении первых симптомов фитофтороза проводится 2 процедуры в течение 8-10 дней с применением одобренных фунгицидов. В случае повреждения сорта (семенных массивов) белой гнилью перед уборкой проводят очистные работы, удаляя пораженные растения. Сеянцы будут периодически контролироваться, а при появлении 2-3 листьев, удаляются растения, пораженные вирусной мозаикой. Если количество пораженных растений превышает 15%, эти участки исключаются из категории семенных.

8.16. Комплексная защита кукурузы и сорго

В посевах кукурузы и сорго существенный вред вызывают вредители и болезнетворные микроорганизмы: проволочники, южный серый долгоносик, кукурузная чернотелка, луговой мотылек, дупляк кукурузный, 2-3 вида тли, фузариоз стеблей, черная головня, сероватая пятнистость, бактериоз сорго.

Для борьбы с южным серым долгоносиком, огнёвкой кукурузной, пыльной головней овса, гнилью и гельминтоспориозом необходимо строго соблюдать севообороты и размещать кукурузу после самых эффективных предшественников (злаков, подсолнечника). Для защиты растений от бактериозной атаки, участки гибридов сорго и культуры кукурузных должны быть расположены с соблюдением изоляции в 1-1,5 км от посевов на зерно. В борьбе с болезнетворными микроорганизмами, которые распространяются через семена, нужно использовать одобренные фунгициды. Осенью определяется наличие проволочников и псевдопроволочников. Поверхностная обработка почвы, выполненная перед посевом, в значительной степени освобождает участки от большей части вредителей и сорняков. При их распространении в почве с высокой плотностью (5-6 экземпляров/м²), за 2 недели до посева семена можно дополнительно обработать инсектофунгицидами. При появлении в опавших листьях южного серого долгоносика, черного степного жука и других видов вредителей (2-3 экземпляра/м²), всходы кукурузы должны быть обработаны одобренными инсектицидами.

Посев кукурузы производится в оптимальные сроки (температура почвы + 9, +10°C, на глубину в 6-7 см). Раннее высевание в холодную почву провоцирует появление неравномерной плотности плантаций из-за повреждения семян проволочниками и псевдопроволочниками, а также из-за повреждения плесенью. Посев в более поздние сроки провоцирует повышение уровня поражения пыльной головней овса, фузариозом, красной

гнилью и плесенью кукурузного початка. Особое значение имеет разрыхление почвы между рядами кукурузы в период отложения яиц и начала появления личинок, которое разрушает большую часть яиц и сорняков, служащих кормом для гусениц на первом этапе. При необходимости проводят заселение почвы энтомофагом трихограммы. При массивном отложении яиц гусеницей (одна закладка яиц/100 растений), проводится повторная обработка трихограммой.

При превышении экономического порога вредоносности озимой совки и кукурузной огнёвки, растения должны обрабатываться одобренными инсектицидами. В самом начале появления тли на сорго, посевы обрабатываются по краям поля. Продукцию с участков кукурузы и сорго на зерно собирают в ранние сроки. При их последующем использовании на силос или для других целей, стебли обрезают на высоту не более 10-15 см. Это условие способствует уничтожению до 88-98% гусениц огнёвки кукурузной. Поздняя уборка приводит к увеличению повреждения кукурузных початков патогенами болезней.

После сбора урожая зерна сушат до условного уровня влажности: кукурузные початки - не более 16%, зерно - 13%. Початки необходимо хранить в помещениях, где есть хорошая вентиляция, во избежание развития плесени, вызываемой сапрофитными грибами.

ВЫВОДЫ

Сельское хозяйство находится в системном кризисе. Для решения проблем экономического, энергетического, экологического и социального характера, необходимо внедрять агроэкологическую концепцию, основанную на сохранении сельскохозяйственных ресурсов (почв, естественных кормовых угодий, характеристик ландшафтов), биологическом разнообразии, защите экологической среды обитания человека и производимой продукции от сельскохозяйственного загрязнения.

По оценкам специалистов, к 2050 году население Земли достигнет 10 миллиардов человек, что предполагает пропорциональное увеличение количества продуктов питания. Достижение этой цели сдерживается воздействием вредных организмов, которые ежегодно снижают урожайность на 25-30%, иногда полностью ставя под угрозу развитие растений. В

глобальном масштабе вредные организмы ежегодно потребляют количество пищи, которым можно бы накормить более миллиарда человек.

Исходя из основополагающих принципов (минимальное нарушение почвы, оптимальный севооборот культур, удержание растительных остатков на почве), консервативное земледелие представляет собой комплексный и сложный метод, направленный на изменение традиционной системы сельского хозяйства, улучшение основных технологических элементов и сохранение состояния окружающей среды с помощью внедрения нового видения обработки почвы, которая рассматривается как динамичная система, а не как совокупность компонентов и процессов.

Для широкого внедрения консервативного сельского хозяйства необходимо определить фундаментальные методы и разработать необходимые меры, а для эффективного функционирования в каждом агроэкологическом регионе создать парк необходимых сельскохозяйственных машин.

Общепризнано вредное воздействие химических пестицидов. При их применении возникает резистентность, повторное появление вредителей, распространение вторичных вредителей, накопление остатков пестицидов в продуктах, почве, воздухе и воде, которые ухудшают здоровье человека и нарушают экологический баланс. Большинство стран мира уже изменили свою сельскохозяйственную политику, чтобы свести к минимуму применение химических препаратов, заменив их биопестицидами. Относительно небольшой спектр биологических средств, отсутствие сетевой интеграции с точки зрения формы, качества и частоты взаимодействия, определяют незрелость политик в области сельского хозяйства, ограниченные возможности и отсутствие доверия между регулирующими органами, производителями экологических средств и сельскохозяйственными производителями, что создает ряд серьезных проблем.

Большие, неразложившиеся массы растительных остатков, накопленные в результате применения методов консервативного сельского хозяйства, вызывают определенные негативные явления. Это связано с неравномерным распределением семян в горизонтальной и вертикальной плоскостях, что приводит к анаэробным процессам, снижающим скорость прорастания и роста семян, создает благоприятные условия для развития вредителей, зависящих от элементов почвы, и накопления фитотоксинов, имеющего серьезные негативные последствия. Для решения этих проблем целесообразно

активизировать процессы биологического разложения растительных остатков и биологической борьбы фитосанитарными средствами, путем применения экологически безвредных средств защиты.

Регулирование плотности популяций вредителей, как и природных компонентов биоценозов при их взаимодействии с другими категориями организмов, в том числе полезными, включает в себя последовательные механизмы и применение естественных врагов. Эти способы являются постоянными рычагами в системах защиты сельскохозяйственных культур в обычном и органическом сельском хозяйстве, при использовании которых предполагаются следующие действия:

- расширение возможностей операторов, участвующих в получении и переработке экологически чистых сельскохозяйственных продуктов; расширение деятельности неправительственных организаций, участвующих в программах развития торговли органическими продуктами; увеличение числа сотрудников экспортных подразделений, использующих принципы экологического сельского хозяйства; рост инвестиций в деятельность, связанную с получением и переработкой экологически чистых продуктов и диверсификацией видов растений, выращенных для экспорта и ассортимента продуктов переработки;
- расширение функциональности технологической и исследовательской стратегий для оптимального выполнения всех технологических процедур. Необходимо понимать, есть ли необходимые средства, чтобы осуществить все допустимые технологические операции для получения и переработки экологически чистых продуктов. Активизация образовательных и разъяснительных мероприятий для обучения и повышения квалификации кадров различных уровней, участвующих в процессе производства экологически чистых продуктов, теоретической и практической подготовки специалистов, занимающихся этим видом деятельности;
- выделение государственных субсидий и привлечение местных и международных грантов для поддержки производства экологически чистых сельскохозяйственных продуктов и содействия внедрению консервативного сельского хозяйства (*фото 8.33*).

Несмотря на то, что сохраняются как технологические, так и трудности восприятия, которые сопровождаются значительными финансовыми инвестициями, концепция **консервативного земледелия** расширяет свой ареал распространения. В результате, экономические и экологические эффекты, направленные на прекращение деградации

почв и сохранение природных ресурсов, повышают производительность и оптимизируют технологические процедуры, превращая их в новый тип устойчивых, прибыльных и полностью способных обеспечить сохранение природных ресурсов.



Фото 8.33. Распространение информации об успехах консервативного земледелия

Вопросы для самостоятельной проверки знаний

1. Какое влияние оказывают вредители на сельскохозяйственные растения?
2. Перечислите принципы консервативного сельского хозяйства.
3. Каковы аргументы в пользу включения альтернативных мер защиты растений в перечень принципов консервативного земледелия?
4. Перечислите агротехнические меры, регулирующие плотность популяций вредителей.
5. Какие группы методов управления вредными организмами считаются приоритетными в консервативном сельском хозяйстве?
6. Какие методы можно использовать для предотвращения повреждения сорняками?
7. Какие методы можно использовать для предотвращения вреда, наносимого вредителями?
8. Какие методы могут быть использованы для предотвращения ущерба, наносимого болезнетворными микроорганизмами сельскохозяйственных культур?
9. Какие народные методы и средства борьбы с болезнями и вредителями приемлемы для консервативного сельского хозяйства?
10. Какие методы прямого контроля сорняков можно использовать в консервативном земледелии?
11. Какие методы прямого контроля вредителей можно использовать в консервативном земледелии?

12. Какие методы прямого контроля возбудителей болезней используются в консервативном земледелии?
13. Перечислите разрешенные продукты для применения в консервативном сельском хозяйстве.
14. Какие биологические средства применяются для защиты зерновых культур?
15. Какие биологические средства применяются для защиты неколосовых зерновых культур?
16. Какие биологические средства применяются для защиты бобовых культур на зерно?
17. Перечислите уязвимые места консервативного земледелия.