



# КОНСЕРВАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебник для сельскохозяйственных  
производителей и их инструкторов

#### 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 Сельскохозяйственных Производителей Молдовы FARM, доктор экономических наук

#### Рецензенты:

Александру СТРАТАН, доктор хабилитат сельскохозяйственных наук, профессор университетар

Андрей ГУМОВСКИ, доктор сельскохозяйственных наук, конференциар университетар

Георге ПАНФИЛ, сельскохозяйственный производитель

#### Ответственный за издание:

Tipografia „Print Caro”

#### 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.

---

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

**Консервативное земледелие:** Учебник для сельскохозяйственных производителей и их инструкторов / Борис Боинчан, Леонид Волощук, Михаил Рурак [и др.]; координатор: Юрие Хурмузаки; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD. – Кишинэу: Б. и., 2020 (Tipogr. „Print-Caro”). – 216 p.: fig., fot., tab.

Referințe bibliogr.: p. 209-214. – Изд. при фин. поддержке Междунар. фонда с.-х. развития (IFAD). – 200 эк. ISBN 978-9975-56-782-4.

631(075)

К 650

---

## СОДЕРЖАНИЕ

---

Список сокращений и условных обозначений .....	6
ВВЕДЕНИЕ .....	7
1. ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ .....	8
1.1. Проблемы, с которыми сталкивается сельское хозяйство Республики Молдова и всего мира .....	9
1.2. Деградация почвы, опасность загрязнения грунтовых вод и продуктов питания по всей пищевой цепи в условиях глобализации экономики .....	13
1.3. Ухудшение экономической, экологической и социальной ситуаций в хозяйствах из-за несоответствия цен на промышленные товары и сельскохозяйственную продукцию .....	15
1.4. Рост негативных последствий глобального потепления на фоне участившихся периодов засухи и других стихийных бедствий .....	17
1.5. Дезинтеграция сельских сообществ и рост неинфекционных заболеваний среди населения.....	17
1.6. Зависимость аграрного сектора Республики Молдова от климатических изменений .....	18
2. КОНСЕРВАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – МЕТОД АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА.....	21
3. КОНЦЕПЦИЯ, ПРИНЦИПЫ И ПРИМЕНЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	25
4. СЕВООБОРОТ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ .....	30
5. УПРАВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ.....	50
5.1. Преимущества покрытия поверхности почвы растительными остатками в консервативном сельском хозяйстве .....	50
5.2. Приёмы, используемые в управлении растительными остатками.....	52
6. ПОКРОВНЫЕ КУЛЬТУРЫ, ЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ .....	56
6.1. Необходимость и значение покровных культур в консервативном земледелии .....	56
6.2. Виды покровных культур для условий Республики Молдова .....	59
6.3. Технологические аспекты возделывания покровных культур .....	62
6.4. Включение покровных культур в существующие фермерские хозяйства .....	64
7. УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВОЙ С ЦЕЛЬЮ ЕЕ СОХРАНЕНИЯ.....	69
8. КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВРЕДИТЕЛЯМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	71
8.1. Влияние вредных организмов в консервативном сельском хозяйстве .....	71
8.2. Консервативное земледелие – альтернатива традиционному сельскому хозяйству. Поддержка и продвижение консервативной сельскохозяйственной системы.....	74

8.3.	Системы обработки почв, способствующие регулированию плотности популяций вредителей.....	76
8.4.	Прогноз и предупреждение в защите растений.....	81
8.5.	Агротехнические методы защиты растений.....	85
8.6.	Использование тепловых методов в защите сельскохозяйственных культур .....	88
8.7.	Материалы, используемые при массовом отлове насекомых .....	91
8.8.	Народные способы и средства борьбы с болезнями и вредителями .....	94
8.9.	Меры защиты растений .....	100
8.10.	Методы профилактики в защите растений, применяемые в консервативном сельском хозяйстве.....	102
8.11.	Применение комплексной защиты растений в системах консервативного сельского хозяйства.....	103
8.12.	Роль и место биопрепаратов в системах консервативного сельского хозяйства .....	105
8.13.	Авторизованные средства защиты растений .....	110
8.14.	Комплексная защита зерновых культур.....	111
8.15.	Интегрированная защита зернобобовых культур.....	117
8.16.	Комплексная защита кукурузы и сорго .....	120
9.	<b>КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОРНЯКАМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....</b>	<b>124</b>
9.1.	Предупредительные меры комплексного управления сорняками .....	127
9.2.	Агротехнические меры комплексного управления сорняками.....	127
9.3.	Применение гербицидов .....	129
10.	<b>УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ РАСТЕНИЙ И УДОБРЕНИЯМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....</b>	<b>135</b>
11.	<b>МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.....</b>	<b>138</b>
11.1.	Сеялки для No-till.....	138
11.2.	Оборудование для решения проблем уплотнения.....	146
11.3.	Оборудование для управления покровными культурами и растительными остатками.....	149
12.	<b>ВНЕДРЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....</b>	<b>152</b>
12.1.	Обновление знаний о системе консервативного сельского хозяйства, особенно о борьбе с сорняками.....	153
12.2.	Анализ почвы с целью создания баланса питательных веществ.....	154
12.3.	Избегание почв с низкой проницаемостью .....	155
12.4.	Выравнивание поверхности почвы.....	156
12.5.	Устранение проблем, связанных с уплотнением почвы.....	156
12.6.	Производство максимального количества растительных остатков .....	159
12.7.	Приобретение сеялки для посева в условиях No-till.....	160
12.8.	Внедрение новой системы земледелия на небольшом участке земли .....	160
12.9.	Использование севооборота с покровными культурами.....	161
12.10.	Непрерывное изучение и отслеживание последних достижений науки .....	162

13. ВНЕДРЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. КОНКРЕТНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	163
14. ЗНАЧЕНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И ЗАЛУЖЕНИЯ.....	166
14.1. Значение полезащитных полос.....	166
14.2. Значение залужения многолетних насаждений.....	172
15. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	176
15.1. Экономическое обоснование использования консервативного сельского хозяйства.....	176
15.2. Сравнительный анализ консервативного и традиционного сельского хозяйства.....	178
15.3. Экономическое обоснование использования консервативного сельского хозяйства в Республике Молдова.....	186
15.4. Влияние аграрной политики на консервативное сельское хозяйство.....	201
15.5. Последствия для экономического и политического анализа.....	203
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ.....	207
БИБЛИОГРАФИЯ.....	209

## 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
METOSR	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

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 участившихся 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, способствуют 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 почву 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: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 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 наметилась 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, начиная 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 дефи-

цита 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	Урожайность, т/га	Общее производство, 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 потребления
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 продукты			184,3	24,6	86,1	+ 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, люцерна 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. ДЕГРАДАЦИЯ 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

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.



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

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 пло-

щадей 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 сельскохозяйственных культур, обладающие высокой степенью адаптации к местным почвенно-климатическим условиям.

#### **1.4. РОСТ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА ФОНЕ УЧАСТИВШИХСЯ 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 CO<sub>2</sub>. 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 особенно имеет значение для молодых семей.

Необоснованный рост применения химических средств в сельском хозяйстве, использование генетически модифицированных семян и другие подобные факторы приводят 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 Крайников, и не только они, в своих трудах обращали внимание на повышение 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 1,5°C. 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 1,5°C, 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 неопределима. **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 фрак-

ция 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 секвестрацию 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 экослужбы 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 орга-

нических 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 принять 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 экспе-

риментальных 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 экофермера 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 избежание 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. СЕВОБОРОТ 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. Большее биоразнообразие на поверхности почвы способствует большему 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, отвального плуга 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»

Предшественники	Фон удобрённости		± от удобрений	Снижение уровня урожайности озимой пшеницы по сравнению с ранним предшественником	
	Без удобрений	Удобрённый фон		Без удобрений	Удобрённый фон
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 удобрённости		Увеличение урожайности 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 урожаем, кг/га	Доля почвенного плодородия в формировании урожайности, %
		Без удобрений	Удобрённый						
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»

Севообороты	Фон удобр.	Предшественники	Урожайность, т/га			
			Озимая пшеница	± от удобр.	Озимый ячмень	± от удобр.
7	Без удобрений	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 <sub>05</sub> , 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 удобрения (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 удобрения высеивали 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

Система удобрения в севообороте	Севооборот со смесью люцерны и райграса на зеленую массу		Севооборот без смеси люцерны и райграса на зеленую массу	
		±, %		±, %
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 <sub>05</sub>	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 зеленую массу и после смешивания люцерны с райграсом на зеленую 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 зеленую массу, на фоне разных систем удобрения в среднем за 2015-2018 гг., т/га

Система удобрения в севообороте	Севооборот со смесью люцерны и райграса на зеленую массу		Севооборот без смеси люцерны и райграса на зеленую массу	
		±, %		±, %
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 НИИ ПК «Селекция», средняя за 1994-2010 гг., т/га и %

Культуры	Единицы измерения	10-польный севооборот		Севооборот на 7-ми полях		Бессменные посевы	
		Без удобрений	Удобренный	Без удобрений	Удобренный	Без удобрений	Удобренный
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	9,0	-	-

Самая высокая эффективность выявлена у сахарной свеклы и озимой пшеницы в 10-ти польном 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 неудобренном 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, участвовавших 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

Слой 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 НИИ ПК «Селекция», 2016 г.

Система обработки почвы	Слой почвы, см	Контрольный (неудобренный)				Навоз + NPK			
		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 много-



летней 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, потребляющими 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 no-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 no-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. Большое 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, лишённое 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 агроном-почвоведом, академиком Василием Вильямсом, сторонником 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 (± 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 (± 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		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Сочетание вспашки и рыхления	0-100	70,6	50,6	468,5	95,3	52,6	395,8	100,7	52,1	409,3	88,8	50,0	363,2
	100-200	139,6			181,3			193,2			177,6		
Рыхление	0-100	63,7	55,6	371,7	68,6	46,7	315,7	73,4	47,7	329,0	61,7	43,8	287,3
	100-200	114,5			146,8			154,0			140,8		

**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 редуционистского (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 уменьшению проникновения влаги; усилению поверхностных стоков; сокращению емкости накопления воды в почве; снижению пористости почвы и уменьшению глубины проникновению 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 зелёную 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 мелкозерных 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 полова 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 неизмельченные 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 способствует 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 С : 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 \*

% покрытия	Зерновые колосовые, соя, горох, рапс	Кукуруза, сорго	Подсолнечник	% покрытия	Зерновые колосовые, соя, горох, рапс	Кукуруза, сорго	Подсолнечник
	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 позднеспелых 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 позднеспелых 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 пористости 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 цве-

тения. 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 (P) 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 P из почвы, а потом передает его растениям-хозяевам. Гифы микоризных грибов расширяют корневую систему и помогают растениям получать больше фосфора из почвы. Сохранение P 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. Надлежа-

щим образом управляемые покровные культуры обеспечивают полезные организмы влагой, укрытием, пыльцой 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 сельскохозяйствен-

ный 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 x 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 александрийский** (*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 sibsp. 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 прикатывании. 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 высевает каждый год, или это могут быть многолетние культуры, травянистые злаковые или бобовые, где высевается 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 <sup>1</sup>	Сухого вещества (т/Га / год)	Извлечение N <sup>2</sup>	Восстановление почвы <sup>3</sup>	Борьба с эрозией <sup>4</sup>	Борьба с сорняками	Быстрый рост
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	*****	*****	*****	****	*****
	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	**	***	****	****	**

<sup>1</sup>Всего N – общий азот из всех растений. Зерновые не считаются источником азота.

<sup>2</sup>Извлечение N – способность извлекать / удерживать избыток азота.

<sup>3</sup>Восстановление почвы – сбор органических веществ и улучшение структуры почвы.

<sup>4</sup>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)

	Продолжительность остатков <sup>1</sup>	Продолжительность <sup>2</sup>	Производственная стоимость <sup>3</sup>		Дополнение <sup>4</sup>	Комментарии
			F	S		
Не зернобобовые	Райграс однолетний	****	***	**	*****	Крупный потребитель N и H <sub>2</sub> O, Скашивание сильно стимулирует органическое вещество
	Ячмень	*****	***	***	****	Умеренно переносит щелочные условия, но плохо развивается на кислых почвах с pH<6,0
	Овес	***	**	***	*****	Склонен к полеганию на почвах с высоким содержанием N
	Рожь	*****	****	**	****	Переносит гербицид триазин
	Пшеница	****	****	****	**	Крупный потребитель N и N <sub>2</sub> весной
	Гречиха	*	**	**	****	Культура подавляется летом. Быстро разлагается
	Гибрид сорго X суданская трава	****	*****	****	*	Скашивание в середине сельскохозяйственного года увеличивает урожай и способность проникновения корней
	Виды горчицы	**	***	*	*	Подавляет нематоды и сорняки
	Редька/редис	**	***	****	**	Хорошо извлекает избыток N и борется с сорняками. N быстро освобождается
	Рапс	***	****	**	****	Подавляет <i>Rhizostonia</i>
Крестоцвет	Клевер александрийский	***	****	****	***	Очень гибкая покровная культура, зеленое удобрение, фураж
	Клевер пунцовый	***	**	****	****	Легко получить равномерные всходы, быстро растет, если сеять в начале осени; созревает ранней весной
	Горох	**	***	****	****	Биомасса разлагается очень быстро
Бобовые	Вика	**	****	**	****	В сочетании с травянистыми зерновыми культурами сезонная адаптивность увеличивается
	Красный клевер	**	***	****	****	Отличный фуражный корм, легко получить культуру, адаптированную к различным условиям
	Виды донника	****	****	****	***	Стебель высокий, глубокий корень на втором году роста
	Белый клевер	**	****	****	****	Устойчивый после первого года

<sup>1</sup>Продолжительность остатков – Продолжительность сохранения остатков на поверхности после уничтожения.

<sup>2</sup>Продолжительность – Продолжительность вегетационного периода.

<sup>3</sup>Производственная стоимость – экономическая стоимость урожая Ф (фуражных кормов) или С (семян).

<sup>4</sup>Дополнение – насколько хорошо будет сожигательствовать с основной культурой.

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

Таблица 6.3. Культурные особенности

Виды	Тип <sup>1</sup>	Толерантности					Лучший высеv <sup>2</sup>	МТП <sup>3</sup>
		Тепло	Засуха	Затенение	Затопление	Низкое плодородие почвы		
Не зернобобовые	Райграс однолетний	**	**	****	****	**	ВР, ЛП, ОР, Р	4,4 °С
	Ячмень	****	****	***	**	****	Р, З, В	3,3 °С
	Овес	**	**	**	***	***	ЛП, ВР, З	3,3 °С
	Рожь	***	****	****	***	****	ЛП, Р	1,1 °С
	Пшеница	***	***	***	*	***	ЛП, Р	3,3 °С
	Гречиха	***	*	**	**	**	В-ЛП	10,0 °С
	Гибрид сорго Х суданская трава	****	****	***	***	***	ВП, ЛР	18,3 °С
	Виды горчицы	***	****	***	**	**	В, ЛП	4,4 °С
	Редька/редис	***	**	***	**	**	В, ЛП, ОР	7,2 °С
	Рапс	**	***	***	**	**	Р, В	5,0 °С
Бобовые	Клевер александрйский	****	***	****	***	***	ВР, ОР	5,5 °С
	Клевер пунцовый	***	**	****	**	***	ЛП /ЛР	
	Горох	**	***	**	**	**	Р, ВР	5,0 °С
	Вика	**	***	***	**	**	ОР, ВР	15,5 °С
	Красный клевер	**	**	****	***	**	ЛП, ВР	5,0 °С
	Виды донника	****	****	**	**	****	В/Л	5,5 °С
	Белый клевер	***	***	****	****	***	ЗП, ВР-ВП, ОР	4,4 °С

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

<sup>2</sup> **Р** = ранний, **П** = поздний, **О** = осенью, **Л** = летом, **В** = весной, **З** = зимой.

<sup>3</sup> **МТП** = минимальная температура прорастания.

\* недостатокно, \*\* удовлетворительно, \*\*\* хорошо, \*\*\*\* очень хорошо, \*\*\*\*\* отлично

Таблица 6.4. Посев

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

<sup>1</sup> Н = надежный, Ч = часто, И = иногда, Н = никогда (не пересекается).

## 7. УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВОЙ С ЦЕЛЬЮ 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 полевых защитных 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 непосред-

ственно 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 высева, 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 (Voincean 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, уяз-

вимых 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). Обновление 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.).

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.



Фото 8.5. Посев и производство сои в системе консервативного земледелия

### **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. Рекомендуется 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: думбрициды (дождевые черви), клещи фитофаги, моллюски (улитки и лимакиды), 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 (Voloşciuc 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 стафилиды 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

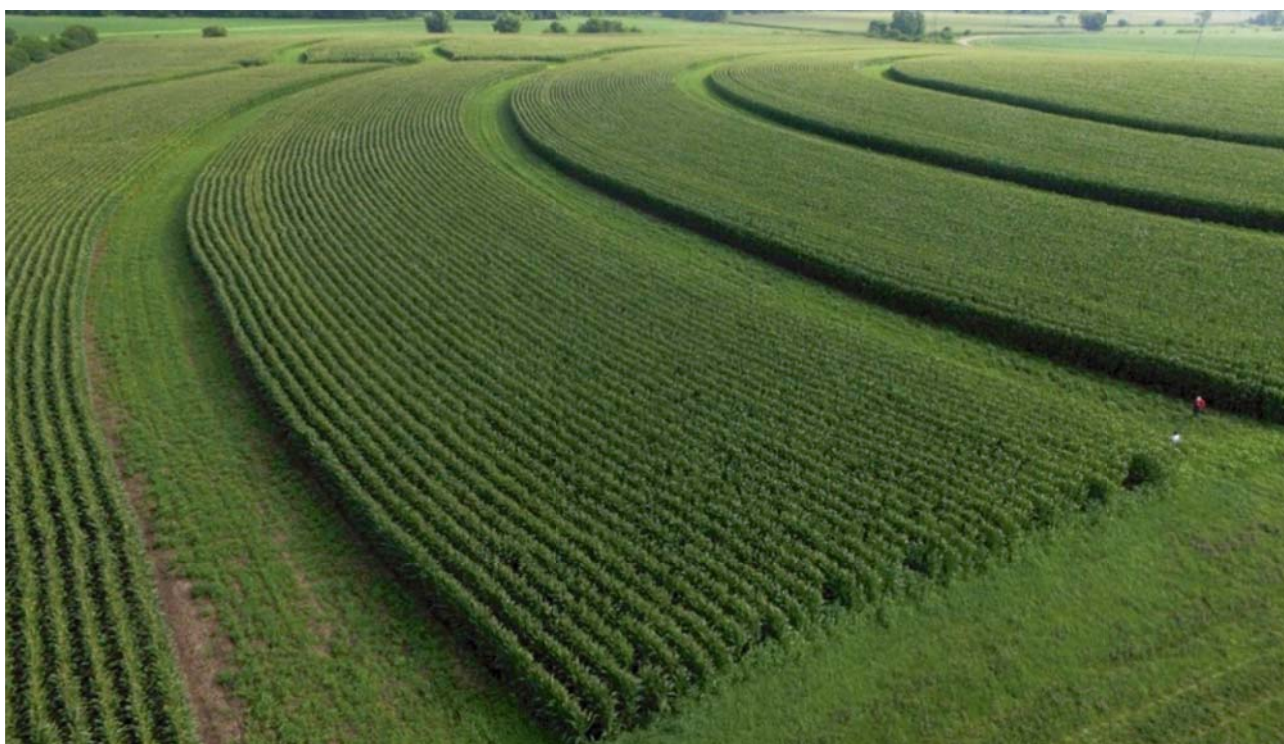


Фото 8.7. Посевы перемежаются полосами по контуру рельефа



**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. Края, состоящие из райграса, являются важными местами гнездования для птиц, одиночных ос, пчел и шмелей. Спонтанные цветковые сектора обеспечивают пыльцой 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 *Ariaceae* (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 повышении 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.

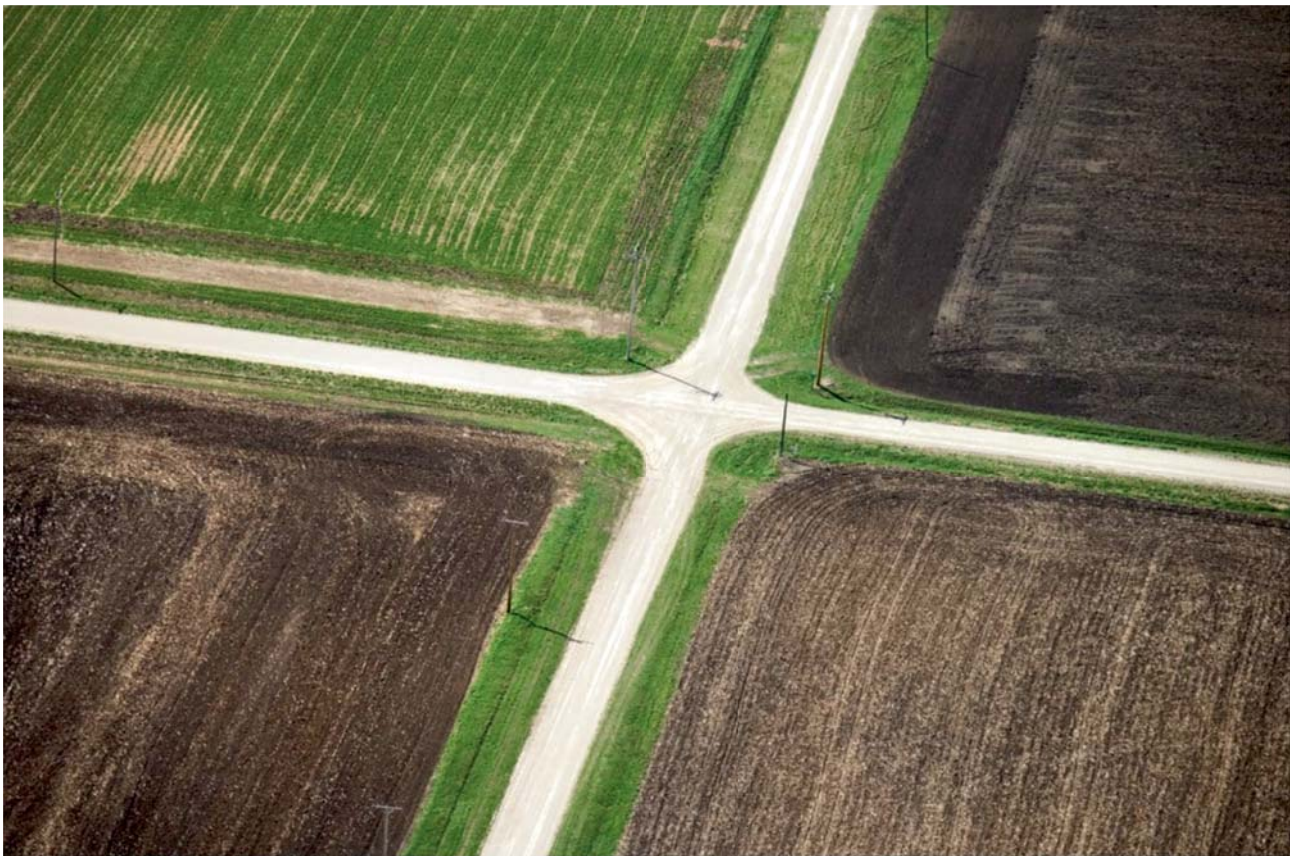


Фото 8.8. Применение систем глобального позиционирования для определения фитосанитарного состояния

Среди большого количества метеостанций отметим установку METOS<sup>®</sup>, 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<sup>R</sup> позволяют осуществлять комплексный мониторинг развития фитосанитарных агентов и предоставлять информацию об экономическом пороге вреда, а также устанавливать оптимальный момент проведения процедур (фото 8.11).

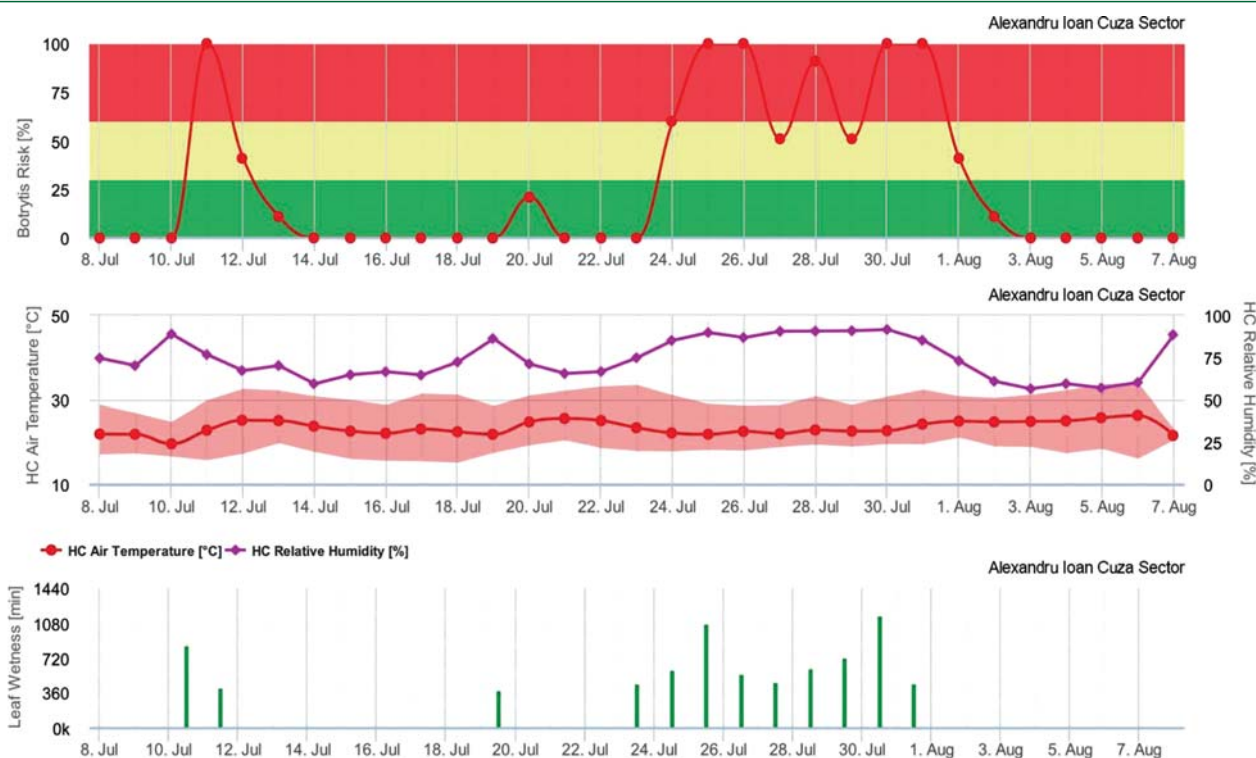


Фото 8.11. Информационный лист по мониторингу патогенов

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).

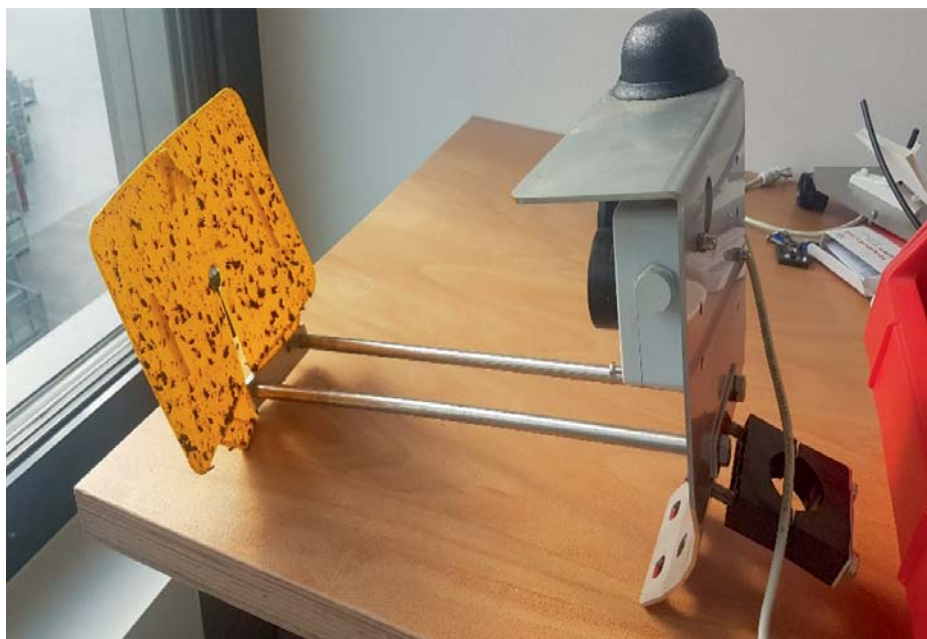


Фото 8.12. Общий вид автоматической цветной ловушки COLOR TRAP

## 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 обеспечивает 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 осадению 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, осо-

бенно 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 работ 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 получат 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 прорастать 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 сторают. 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 стораение 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 вреди-



теля, 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. sacociae* и т.д.), которые паразитируют на яйцах видов – озимая совка, капустная совка, кукурузный (стеблевой), яблонная плодоярка 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 кровяной (*Eriosoma lanigerum*), *Prospaltella perniciosus*, для щитовки калифорнийской (*Quadraspidiotus 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 посевах, 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 carposapsae*, 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 elliptica*, *Phytrethrum 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 была 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 жулики, 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 м<sup>2</sup> 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 проводилось 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 (*Huphantria 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 рН 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 про-

филактики 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, хвой, 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 повышен-



ной 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, частично 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, хризифиды, сирфидные мухи, монахини, осы, хищные клещи) и паразитов (нематоды, мухи тахины) ценны для сни-

жения 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*, *Anthocoridae*), 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* (*Neoalectana*) и

*Heterorhabditis*. Они могут эффективно контролировать личинок *Othiorrhinchus sulcatus* (ско-сарь 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 плодовая жорка). 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 (ассоциированными) 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 полузасушливыми 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 рН.
- 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, поедающих листья, стебли или корни, для борьбы с предпочтительными сорняками.
- Насекомоядные птицы. Создание нормальных условий жизни для насекомоядных птиц или тех, кто поедает 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 стерили-



лизации 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 см<sup>2</sup>, 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 сель-

скохозяйственных 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., Nua 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 вертициллоза 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/м<sup>2</sup>.

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

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-M. 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).

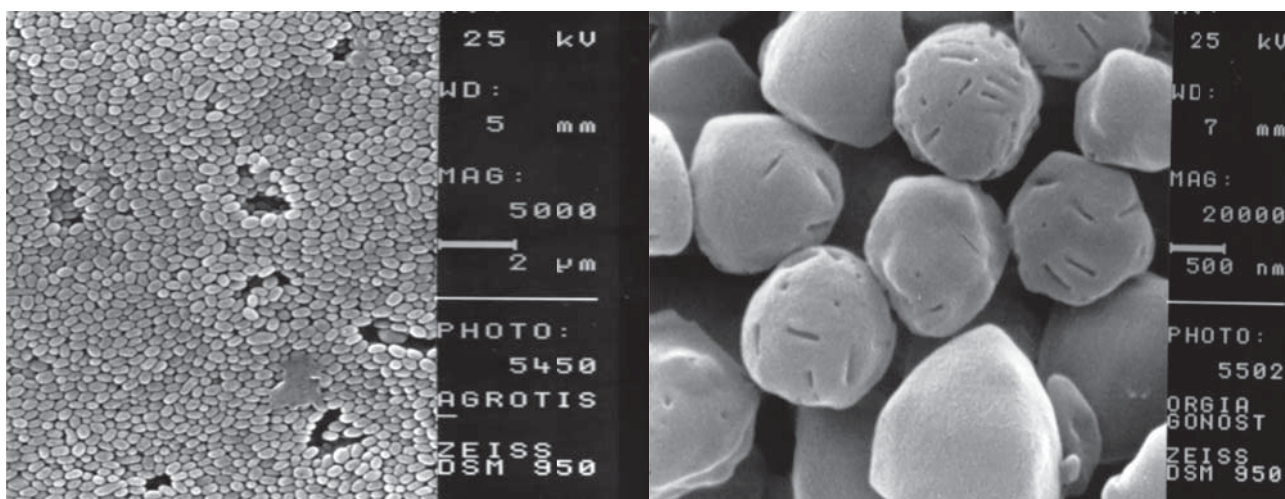


Фото 8.17. Ультраструктурные особенности вируса гранулеза и ядерного полиэдроза

ВИРИН-АББ-3. Для борьбы с гусеницами американской белой бабочки из тутовых садов, лесных насаждений и парков. Препарат основан на вирусах ядерного полиэдроза 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).

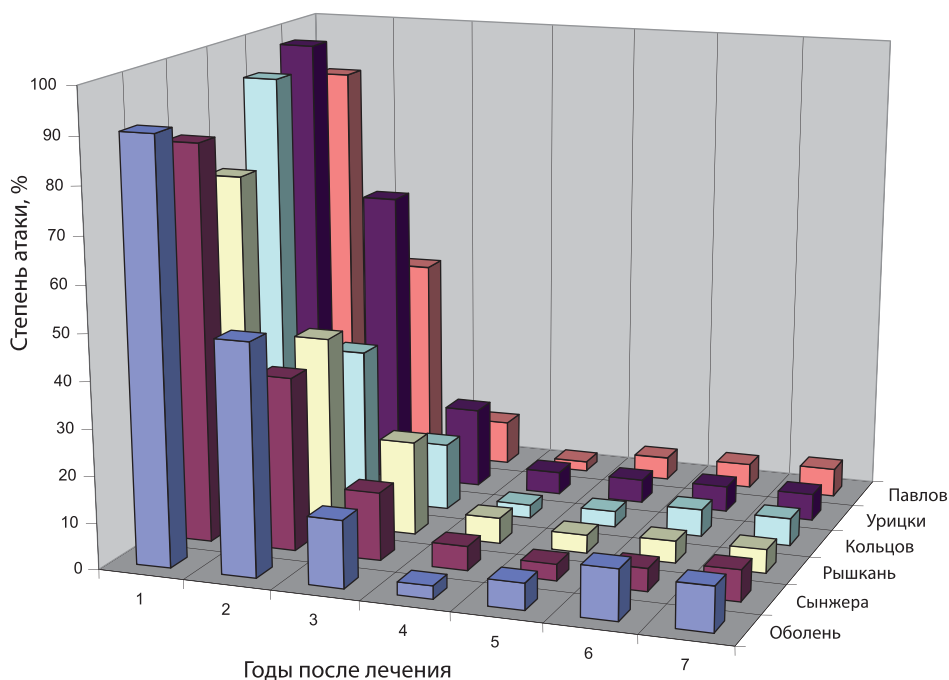


Фото 8.18. Последствие бакуловирусов на вредных насекомых

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 жоржкой 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 м<sup>3</sup>/га перед осушением и/или 1-2 полива 300-400 м<sup>3</sup>/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 обезживает 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 гнилостных 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 листовенный, 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 одобренных 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 массивной 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-вреди-

телей (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 м<sup>2</sup> 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<sup>2</sup>, экономический порог вредоносности составляет – одна личинка/м<sup>2</sup> (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<sup>2</sup>. 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<sup>2</sup>) применяется двойная обработка краев поля рекомендуемыми инсектицидами с интервалом в 7-10 дней. Посевы, населенные долгоносиками различных типов, более 2 особей/м<sup>2</sup>, а хлебной жужелицы – 2-3 личинки/м<sup>2</sup>, 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/м<sup>2</sup>), 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/м<sup>2</sup>, а на других посевах обработка проводится при плотности 5-6 личинок/м<sup>2</sup>.

Если в фазе «выход в трубку – колошение» регистрируется более 30-40 экземпляров личинок пяденицы красногрудой на 1 м<sup>2</sup> (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./м<sup>2</sup>, 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 жужелицы, 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 плодоярка.



*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 плодожорки, 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/м<sup>2</sup> (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) посеы 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 посеы растения нападают различные патогены болезней: белая гниль, бактериоз, пероноспороз, 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. Размеще-

ние 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 плодояркой (экономический порог вредоносности – 5 личинок/растение, или 5% поврежденных стручков), луговым мотыльком (при регистрации популяции в 5 и более экземпляров/м<sup>2</sup>) и обыкновенным паутинным клещом (3-5 особей/лист, или колонизация 10% растений), будут применены одобренные инсектициды и акарициды. При превышении экономического порога вредоносности должны проводиться процедуры по борьбе с чешуекрылыми: люцерновой совкой, или другими ночницами (8-10 личинок/м<sup>2</sup>).



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 куку-



рузу 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/м<sup>2</sup>), 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/м<sup>2</sup>), 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 сохра-

нение 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 гран-

тов 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.

## 9. КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОРНЯКАМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Комплексное управление сорняками является важнейшей частью консервативного сельского хозяйства, и наряду с тремя основными принципами рассматривается исследователями как четвертый, фундаментальный. Управление сорняками имеет решающее значение при переходе на систему консервативного земледелия, поскольку в некоторых странах именно сорняки стали главным препятствием для внедрения КСХ. Чтобы не скомпрометировать новую систему, фермерам, арендаторам, агрономам и всем ответственным за внедрение методов консервативного земледелия, необходимо обладать прочными знаниями и практическими навыками в области их управления. При написании этой главы мы предполагаем, что те, кто отвечает за управление сорняками, обладают следующими навыками: знают и способны идентифицировать сорные растения, представляющие опасность для сельскохозяйственных культур в данном ареале; различают группы сорняков по продолжительности вегетационного периода; умеют оценивать состояние посевов до применения мер борьбы и после них; могут правильно выбирать гербициды и устанавливать норму расхода рабочего раствора при их использовании; соблюдают сами и настаивают на том, чтобы их подчиненные соблюдали все меры безопасности при применении средств защиты растений. В этой главе мы напомним основные моменты, связанные с комплексным управлением сорняками.

Приемы обработки почвы, в том числе вспашки, практикуемые в традиционной системе, уничтожают существующие сорняки, глубоко заделывают высypающуюся семена сорных растений, возвращаясь на поверхность подвергаются высыханию и замораживанию.

В консервативном земледелии семена сорняков хранятся на поверхности почвы, усиливая ее засорение. Кроме того, переход от традиционной обработки к консервативной приводит к изменению флористического состава сорняков в поле. В консервативном земледелии наличие остатков на поверхности земли может влиять на температуру почвы и режим влажности, которые в свою очередь влияют на всхожесть семян сорняков и рост в течение вегетационного периода культуры. Существуют такие виды сорняков, которые обильнее растут при использовании методов консервативного земледелия. Многочисленные исследования, проведенные в стране и за рубежом, показали, что при КСХ происходит укоренение многолетних сорняков, как двудольных, так и однодольных. Наиболее распространенными видами двудольных сорняков являются: бодяк полевой (*Cirsium arvense* L. Scop.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), кирказон ломоносовидный (*Aristolochia climatitis* L.), цинанхум (ластовень) острый (*Cynanchum acutum* L.), и осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) (фото 9.1).



Бодяк полевой



Вьюнок полевой



Кирказон ломоносвидный



Цинанхум (ластовень) острый



Осот полевой

Фото 9.1. Наиболее распространенные в Республике Молдова многолетние сорняки с корневыми отпрысками

Однодольные многолетние сорняки считаются более опасными для консервативной системы земледелия. В отличие от однолетних, они размножаются не только семенами, но и корневищами. Наиболее распространенными видами являются: гумай (*Sorghum halepense* L. Pers.), пырей ползучий (*Elymus repens* L. Gould), свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon* L. Pers.), однодольные многолетние сорняки (фото 9.2).

Бороться с сорняками без обработки почвы сложно, но тем не менее возможно. Доказательством тому являются чистые поля фермеров, которые уже используют методы КСХ. В идеале в поле при выращивании урожая сорняков быть не должно! Те, которые растут во время вегетации культуры, уничтожаются послевсходовыми гербицидами, рекомендованными и в традиционной сельскохозяйственной системе. Параллельно с применением гербицидов сплошного действия (глифосат), которые часто являются компонентом консервативной системы, существуют и другие меры борьбы.

Использование любого метода, создающего более благоприятные условия для культивируемого растения путем подавления или уничтожения сорняков, означает, что поле будет чище, а урожай – богаче.



Гумай



Пырей ползучий



Свиной пальчатый

Фото 9.2. Наиболее распространенные в Республике Молдова многолетние корневищные сорняки

## 9.1. ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОРНЯКАМИ

Предупредительные меры комплексного управления сорняками включают методы, которые препятствуют появлению новых видов, затрудняют распространение очень вредных видов, ограничивают проникновение в сельскохозяйственные культуры и предотвращают обновление запасов семян сорняков в почве и органах вегетативного размножения. Данные меры включают следующие действия:

- использование при посеве чистых семян;
- предотвращение распространения семян сорняков из одного ареала в другой путем использования чистых машин и агрегатов;
- правильная подготовка навоза;
- уничтожение очагов сорняков на необрабатываемых площадях.

Иногда возникает необходимость опрыскивания гербицидами сплошного действия внешних границ полей.

**Внимание!** Не опрыскивайте траву, растущую вокруг поля. После ее уничтожения на этом месте вырастет бодяк полевой!

## 9.2. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРЫ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОРНЯКАМИ

Долгосрочная цель устойчивого управления сорняками – не полное их истребление в посевах культур, а скорее создание системы, которая уменьшит вредоносность и минимизирует конкуренцию между сорняками и культурными растениями. Добиться этих целей помогут агротехнические мероприятия.

*Чередование культур.* Поскольку в консервативном земледелии не проводится обработка почвы и не используются почвенные гербициды, выбор культуры и планирование севооборота имеют большое значение. Выбирая культуру для посева необходимо учитывать все возможные варианты борьбы с наиболее распространенными сорняками. Например, суданская трава, рапс, рожь, многолетние травы (начиная со второго года) могут эффективно подавлять сорняки. Поэтому особенно важна информация о тех растениях, которые произрастали на данных полях в прошлом, и практические знания о существующих гербицидах. Иногда невозможно применять гербициды по вегетации культур. Выбор растений также должен осуществляться с учетом проблем, которые могут возникнуть с многолетними сорняками. Например, избирательные гербициды против пырея ползучего доступны в посевах широколистных культур. Таким же образом можно бороться с многолетними широколиственными сорняками в посевах зерновых. Правильный выбор культуры означает, что вам удастся справиться с проблемами. Старайтесь избегать ситуаций, когда очевиден риск засорения культуры многолетними сорняками на засоренных участках. Чередование однодольных с двудольными позволяет эффективно бороться с падалицей культур.

*Растительные остатки растений.* Растительные остатки являются полезным инструментом в управлении сорняками. С увеличением их количества на поверхности земли, способность прорастания сорняков уменьшается и замедляется с течением времени. Появившееся позже всходы производят уже меньше семян, а культурные растения становятся более конкурентоспособными по отношению к сорнякам. Однако растительные остатки не полностью подавляют рост сорняков. Эта способность зависит от нескольких факторов: видов сорняков, выращиваемой культуры, климатических условий и т. д. Объединение правильных методов управления с применением гербицидов позволяет достичь желаемых результатов.



Фото 9.3. Остатки растений и листва культуры подавляют сорняки

*Покровные культуры.* Включение покровных культур в севооборот между двумя основными культурами является хорошим предупредительным приемом в управлении сорняками. Энергичный ковер покровной культуры может полностью остановить рост однолетних сорняков из семян, существенно сократить рост и размножение многолетних сорняков, которые появляются или регенерируют из корней, но труднее подавляет те, которые выходят из корневищ или клубней. Влияние почвопокровных культур во многом зависит от флористического состава и соотношения видов сорняков. Подавление сорных растений частично происходит из-за конкуренции в борьбе за такие ресурсы, как свет, питательные вещества и вода, во время вегетации покровных культур, и частично через физические и химические эффекты, которые возникают, когда остатки покровных культур остаются на поверхности почвы в виде «мертвой мульчи».

*Время посева.* Посев ранних яровых культур до появления всходов сорняков, позволяет фермерам получать чистые посева без применения гербицидов. Это возможно только при отсутствии однолетних озимых, зимующих, двулетних и многолетних сорняков. Под ранним посевом подразумевается тот, в результате которого культурное растение способно расти и развиваться при низких положительных температурах. Люцерна, яровая пшеница, яровой ячмень, горох и лен можно сеять, как только устанавливаются плюсовые температуры. Наличие хорошо увлажненного семенного ложа позволяет проводить посев на небольшой глубине, что способствует быстрым всходам и обеспечивает максимальную конкурентоспособность культуры.

*Выбор сорта / гибрида.* Очень важным аспектом является выбор сортов / гибридов, которые могут обеспечить быстрые всходы и прорастание, а затем интенсивно расти и покрывать поверхность почвы, уменьшая конкурентоспособность сорняков. Такая практика позволяет снизить потребление гербицидов на гектар и соответственно повысить эффективность производства.

*«Геометрия» посева.* Плотность и схема посева изменяют структуру стеблестоя культур, что, в свою очередь, влияет на конкурентную способность сорняков. Посев культур в узких рядах приводит к изменению микроклимата. Равномерное распределение культуры с более высокой плотностью растений улучшает эффективность использования света и воды и создает преимущества для культивируемого растения. Узкие ряды с высокой плотностью посева уменьшают биомассу сорняков за счет пониженного количества света. Растения, выращенные в узких рядах, начинают конкурировать с сорняками на более ранней стадии, чем выращенные в широких, благодаря быстрому закрытию ряда и лучшему распределению корней.



*Оптимальное размещение семян и удобрений.* Размещение семян на небольшой глубине и во влажном семенном ложе способствует быстрому прорастанию. Прикатывание почвы непосредственно по ряду посевов увеличивает прорастание семян и не стимулирует в междурядьях рост семян сорняков. Внесение удобрений в сторону от ряда или непосредственно вблизи семени также может повысить конкурентоспособность культуры. Сорняки, которые проросли между рядами на определенном расстоянии от удобрений, растут менее интенсивно, чем культуры, которые растут вблизи удобрения.

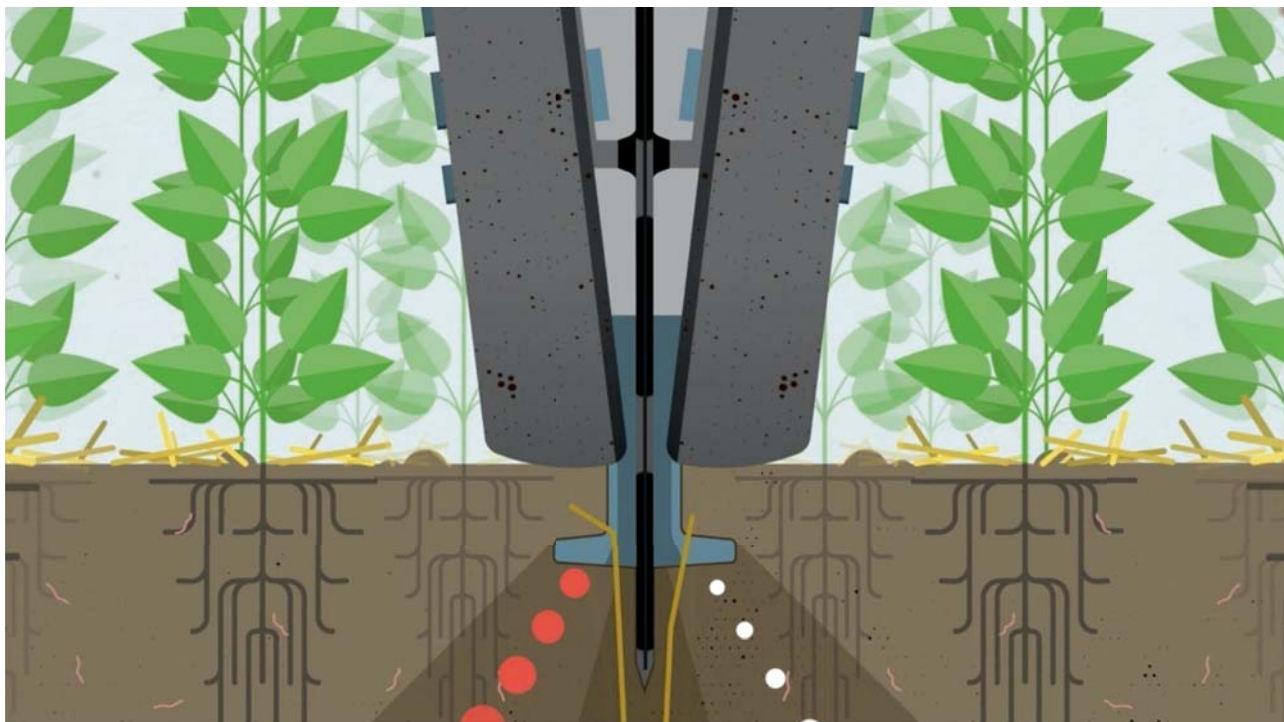


Фото 9.4. Оптимальное размещение семян и удобрений

### 9.3. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ

Борьба с сорняками при помощи гербицидов, на первый взгляд, кажется очень простой задачей. Гербицидов достаточно, дистрибьюторских компаний тоже. Нужно только выбрать необходимый химический препарат и правильно его применять. В настоящее время в Республике Молдова зарегистрировано около 300 коммерческих продуктов, созданных на основе порядка 70 действующих веществ. Большое количество гербицидов (новые коммерческие продукты, старые коммерческие продукты с новыми названиями, новые формулировки старых продуктов, смеси и дженерики) могут превратить борьбу с сорняками в сложную и запутанную задачу.

Гербицид может иметь название коммерческого продукта (как указано в налоговых документах и как указано на этикетке емкости с гербицидом), или название действующего вещества (активного ингредиента). Название коммерческого продукта обычно является маркетинговым ходом фирмы-производителя и не имеет ничего общего с действием гербицида или его свойствами. Поэтому фермерам не обязательно запоминать коммерческое название, поскольку продуктов, содержащих одно и то же действующее вещество, очень много.

Название действующего вещества представляет собой общее название ингредиента, который оказывает гербицидное действие на сорняки. Это сделано для того, чтобы потребитель

легко мог запомнить название товара. В интересах фермеров запомнить название действующего вещества, так как именно оно является носителем гербицидных свойств.

Чтобы понять, почему некоторые сорняки уничтожены, а другие нет, опишем три явления. Когда после применения гербицида сорняк уничтожается, мы имеем дело с чувствительностью сорняков к действию гербицида. Некоторые компании представляют уничтоженные виды как очень чувствительные, соответственно, при применении гербицида в рекомендуемой дозировке указанные сорняки погибают. На этикетках коммерческих продуктов и в информации от дистрибьюторских фирм можно найти различные формулировки: «уничтожает на 80%», «частично уничтожает», «останавливает рост», «средне-чувствительный» и т. д. Толерантность проявляется тогда, когда сорняки переносят применяемый гербицид, не подавляются и не страдают от его воздействия. Например, бентазон, активное вещество, предназначенное для борьбы с однолетними широколистными сорняками в посевах нескольких сельскохозяйственных культур, уничтожает однолетние широколистные сорняки (потому что сорняки чувствительны, а гербицид проявляет фитотоксическое действие по отношению к широколистным сорнякам) и не влияет на узколистные сорняки. В этом случае узколистные сорняки переносят действие гербицида, и мы имеем дело с явлением толерантности. Резистентные сорняки – это те, которые в предыдущие годы были уничтожены данным гербицидом (обычно уничтожаются), а в текущем – нет. В этом случае мы подозреваем появление резистентных сорняков и, возможно, имеем дело с таким явлением как резистентность. Резистентные сорняки появляются при многократном применении в течение нескольких лет гербицидов с одинаковым механизмом действия. Явление резистентности должно быть изучено, и только после результатов исследований можно будет сказать, что мы имеем дело с резистентными сорняками.

Способ действия – это способ, которым гербицид уничтожает чувствительные растения. Обычно описывается биологический процесс или растительный фермент, на который губительно влияет гербицид, прерывая нормальный рост или развитие растения. В некоторых случаях способ действия может быть описанием симптомов, наблюдаемых у чувствительных растений. В настоящее время в Республике Молдова утверждены к применению гербициды с 16 различными способами действия (см. Таблицу 8.1).

Некоторые способы действия включают несколько химических семейств, которые очень мало отличаются по составу, но одинаково уничтожают чувствительные сорняки и вызывают те же симптомы. Гербициды также можно классифицировать по «сайту или месту действия». Место действия представляет собой более точное описание активности гербицида, но часто термины «способ действия» и «место действия» используются взаимозаменяемо для описания различных групп гербицидов.

Почему важно знать способ действия гербицидов? Такое знание и понимание процесса необходимо при выборе нужного средства для каждой культуры, при диагностике повреждения гербицидами и при разработке стратегии управления сорняками для системы производства.

Широкое использование одного действующего вещества или способа действия оказывают давление на популяцию сорняков и помогает селектировать резистентные растения. Со временем они размножаются, становятся доминирующими сорняками в поле, и в результате гербициды больше не в состоянии их уничтожить. Простого чередования активных веществ недостаточно, чтобы предотвратить развитие резистентных сорняков. Для предотвращения этого необходимо чередовать различные способы действия, совмещая с другими методами борьбы.

Ограничение консервативной системы земледелия определяется низкой эффективностью почвенных гербицидов, применяемых на поверхности почвы. Наличие растительных остатков препятствует непосредственному контакту гербицида с почвой, и большая их часть остается на поверхности, не достигая цели. Недавно были разработаны почвенные составы гербицидов, которые позволяют использовать их в консервативном земледелии без снижения эффек-

тивности. Например, *пендиметалин* – активный ингредиент в гербициде Prowl H2O, в виде суспензии в микрокапсулах принят Агентством по охране окружающей среды США в качестве гербицида, применяемого на поверхности почвы в системе no-till. В Республике Молдова этот гербицид утвержден под торговым названием Stomp Aqua.

Широкое внедрение консервативного земледелия было бы невозможно без использования (в пределах рекомендаций) гербицидов на основе глифосата. Во всех случаях для повышения его эффективности рекомендуется:

- уменьшение рабочего раствора до 50 л/га (в прохладное время);
- применение не ионного адъюванта или сульфата аммония (2% от объема рабочего раствора);
- применение гербицида только на чистых растениях, не подверженных стрессам и в активной фазе роста;
- использование только чистой воды. Наличие частиц почвы приведет к дезактивации гербицида. Нельзя использовать воду с содержанием более 500 мг/л кальция или 700 мг/л магния.

Подготовка к применению гербицидов должна быть более чем тщательной. Опрыскиватели должны поддерживаться в таком состоянии, чтобы они могли быть готовы к вводу в эксплуатацию в течение очень ограниченного периода времени, который определяется погодой и фазой сорняков. Процедуру технического обслуживания опрыскивателей следует проводить два раза в год – осенью, перед опрыскиванием гербицидами, и весной, до начала использования гербицидов. Применение гербицидов по стерне может стать непростой задачей. Первоначально, когда фермеры начали использовать систему no-till, они столкнулись с некоторыми трудностями на полях, покрытых растительными остатками, которые иногда мешали равномерному нанесению гербицида. В результате нередко были случаи, когда оставались пропущенные участки или наоборот, некоторые места подвергались двойному опрыскиванию. В настоящее время все более распространенным становится использование навигационных систем GPS, которые позволяют проводить сельскохозяйственные работы с высокой точностью, избегая дублирования и пробелов.

*Борьба с сорняками в летне-осенний период.* После уборки озимых и яровых зерновых, рапса и гороха появляется возможность бороться с многолетними сорняками. Эффективность этой борьбы зависит от вторичного роста сорняков, поскольку перехват гербицида увеличивается по мере увеличения листового аппарата. Вторичный рост сорняков наблюдается после уборки урожая, когда в почве достаточно воды и создан теплый микроклимат. Кроме этого, период после применения гербицида достаточно благоприятен для того, чтобы применяемое средство было перемещено в генеративные органы. Для борьбы с многолетними сорняками предлагается использовать гербициды на основе глифосата в рекомендуемой дозе.

Озимые сорняки всходят осенью и растут, формируя «розетку» на поверхности почвы. Они зимуют, а весной продолжают свою вегетацию. Если их не уничтожить, возникает риск сильного угнетения сорняками полевых культур осенью или весной. Если в поле присутствуют озимые сорняки, рекомендуется применять гербициды осенью. Для борьбы с популяциями ярутки полевой (*Thlaspi arvense L.*) и пастушьей сумки обыкновенной (*Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus*) можно использовать гербицид 2,4 D в рекомендуемой дозе для однолетних сорняков. Однолетние озимые сорняки нужно обрабатывать гербицидами в период с начала октября до наступления заморозков. Если гербициды будут использованы рано, то не все сорняки, которые прорастают позже, будут уничтожены. По мере приближения заморозков эффективность применения гербицидов возрастает. А самым оптимальным является их использование непосредственно перед заморозками.



Фото 9.5. Применение гербицидов в летне-осенний период



Фото 9.6. Интерфейс бесплатного приложения PlantNet для определения растений. Можно загрузить со страницы <https://play.google.com>

*Борьба с сорняками во время посева.* Теплая погода перед посевом яровых культур для борьбы с сорняками позволяет использовать препарат на основе глифосата. Если на поле встречаются куртины многолетних сорняков или поле сильно ими засорено, гербицид с глифосатом следует применять примерно за две недели до проведения посева, соблюдая дозу, применяемую для борьбы с многолетними растениями. Если поле заросло однолетними сорняками, то применение гербицида рекомендуется либо за один день до посева, либо через несколько дней после посева. Выбор времени проведения таких работ очень важен. Если гербицид будет применяться за несколько дней до посева, с момента внесения и до посева пройдет период, в течение которого будут расти и другие сорняки. Применять гербицид сразу после посева не рекомендуется. Его эффективность снижается, так как на поверхности листьев сорняков будет некоторое количество пыли, поднятого во время посева, и, следовательно, площадь контакта с листом будет уменьшена. Если проводится ранний посев, когда почва плохо прогрета, а прорастание семян происходит медленнее, период применения гербицидов увеличивается, и возможность применения выше. Таким образом гербицид можно применять после посева всех весенних культур, но до появления всходов культуры.

*Борьба с сорняками во время вегетации культур.* В течение вегетационного периода защита растений от сорняков будет осуществляться в соответствии

со всеми целями и правилами традиционного земледелия, но только с применением послевсходовых гербицидов, представленных в действующем издании «Государственного регистра средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению в Республике Молдова». No-till – это совершенно другая система, чем земледелие с вспашкой. При механической обработке почвы все сорняки, известные и неизвестные, уничтожаются. В системе консервативного земледелия ситуация другая. Агроном должен знать все сорняки, распространенные в стране, уметь их распознавать, начиная с фазы всходов и заканчивая семенами. В арсенале агронома должны быть пособия, альбомы, определители, приложения для планшета и смартфона со всем необходимым, чтобы как можно быстрее выявить новые сорняки, встречающиеся на полях. Необходимо расширять знания о гербицидах. В Государственном регистре во многих случаях указаны только группы сорняков, для борьбы с которыми предназначен тот или иной гербицид. В случае консервативного земледелия этого недостаточно. Агроном должен точно знать чувствительность сорняков к данному гербициду (например, уничтожает, частично уничтожает, не уничтожает). На первый взгляд, это кажется простым, но в реальности является достаточно сложным. Для каждого гербицида необходимо знать оптимальные условия применения для максимальной эффективности, ограничения севооборота, возможности смешивания с другими гербицидами. В случае ограниченной информации, агроному нужно обратиться к частным консультантам, представителям дистрибьютерских фирм или в государственные учреждения для получения необходимых сведений.

В условиях консервативного земледелия значение чередования гербицидов увеличивается, потому что в борьбе с сорняками не используются активные орудия для обработки почвы, а сорняки не уничтожаются ни за счет вспашек, ни за счет культивирования между рядами. Роль культурных методов значительно возрастает в борьбе с сорняками и в предотвращении появления видов, резистентных к воздействию гербицидов, когда использование некоторых методов ограничено.

Таблица 9.1. Действующие вещества для борьбы с сорняками в Республике Молдова

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕРБИЦИДОВ В СООТВЕТСТВИИ СО СПОСОБОМ ДЕЙСТВИЯ			
Группа по HRAC*	Способ действия	Химический класс	Активное вещество
А	ингибирование ацетил-СоА-карбоксилазы (АССазы)	Арилоксфеноксипропионат «FOPs»	феноксапроп-П-этил, флуазифоп-П-бутил, галоксифоп-Р-метил, пропаквизафоп, квизалофоп-П-этил
		Циклогександион DIMs	клетодим
В	Ингибирование синтеза ALS ацетолактата (ацетоксидроксикислотная синтаза АНАS)	Сульфонилмочевина	этаметсульфурон-метил, флазасульфурон, форамсульфурон, галосульфурон-метил, йодосульфурон, метсульфурон-метил, никосульфурон, просульфурон, римсульфурон, сульфосульфурон, тифенсульфурон-метил, трибенурон-метил, трифлусульфоп-метил.
		Имидазолины	имазамокс
		Триазолопиримидины	флорасулам, пирокксулам
		Сульфониламино-карбонилтриазолины	тиенкарбазон-метил
С1	Ингибирование фотосинтеза с помощью фотосистемы II	Триазины	тербутилазин
		Триазиноны	метамитрон, метрибузин
		Производные урацила	ленацил
		Пиридазины	хлоридазон
		Фенилкарбамат	десмедифам, фенмедифам
С2	Ингибирование фотосинтеза с помощью фотосистемы II	Производные мочевины	метобромурон

С3	Ингибирование фотосинтеза с помощью фотосистемы II	Нитрил	бромоксинил
		Бензотиадиазины	бентазон
D	Fotosistem-I – sustragerea electronilor	Бипиридилиумы	дикват
E	Ингибирование протопорфириноген оксидазы (PPO)	Дифенилестер	оксифлуорфен
		N-пенилфталимиды	флумиоксазин
F1	Отбеливание листьев: ингибирование биосинтеза каротиноидов на этапе фитоенедесатуразы (PDS)	Другие (неклассифицированные)	флуорохлоридон
F2	Отбеливание: ингибирование 4-гидроксифенил-пируват-диоксигеназы (4-HPPD)	Трикетоны	мезотрион, сулкотрион, темботрион
		Пиразолонь	топрамезон
F3	Ингибирование: ингибирование биосинтеза каротиноидов (неизвестная цель)	Изоксазолидиноны	кломазоны
G	Ингибирование EPSPсинтезы	Глицины	глифосат
H	Ингибирование синтеза глутамина	Фосфининовые кислоты	глуфосинат аммония
K1	Ингибирование соединений микротрубочек	Динитроанилин	пендиметалин
K3	Ингибирование VLCFAs (Ингибирование клеточного деления)	Хлорацетамиды	диметанамид, метазахлор, метолахлор
N	Ингибирование синтеза липидов – без ингибирования ACCase	Производные бензофурана	Этофумезат
O	Действие по индолуксусной кислоте (синтетические ауксины)	Феноксикарбоновые кислоты	2,4-D, MCPA
		Бензойные кислоты	Дикамба
		Пиридинкарбоновые кислоты	клопиралид, флуоксипир, пиклорам, аминопиралид, галлюксифен
		Хинолинкарбоновые кислоты	Квинмерак

\*HRAC (Herbicides Resistance Action Committee) – международный орган, основанный агрохимической промышленностью, который помогает защитить урожай и качество во всем мире, поддерживая усилия в борьбе с сорняками, резистентным к гербицидам. Arysta LifeScience, BASF, Bayer CropScience, Dow AgroSciences, Dupont Crop Protection, FMC, Makhteshim Agan/ADAMA, Monsanto, Syngenta Crop Protection и Sumitomo Chemical Company – компании, которые основали этот орган.

## 10. УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ РАСТЕНИЙ И УДОБРЕНИЯМИ В КОНСЕРВАТИВНОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В главах 4 и 7 уже упоминались некоторые аспекты, связанные с управлением питания растений и удобрениями в консервативной системе земледелия.

Учитывая тот факт, что почва является живым организмом, очень важно, чтобы удобрение почвы проводилось не только с NPK, но и с Углеродом + NPK. В качестве источника энергии (углерода) для биоты почвы могут использоваться различные органические отходы, компосты, зеленые удобрения.

Таким образом, основная направленность в консервативной системе земледелия заключается не в удобрении растений, а в повышении плодородия почвы.

Ранее мы упоминали, что доля плодородия почвы в формировании урожайности в севообороте достаточно высока, составляя, в зависимости от урожая, от 75 до 95%. Даже для многолетних культур, где функциональность почвы ниже из-за упрощения севооборотов, доля плодородия почвы в формировании урожайности варьирует в зависимости от культуры от 50 до 70%. Как правило, реакция растений на минеральные удобрения тем выше, чем более несовершенным является севооборот, особенно в бессменной культуре. Соблюдение принципов, перечисленных в главе 4 о построении севооборотов создает возможности для снижения доз применяемых минеральных удобрений.

Очень важный принцип в консервативной системе сельского хозяйства предусматривает необходимость определения норм органических и минеральных удобрений не для каждой культуры и поля в отдельности, а для всего севооборота.

Каждый севооборот должен обеспечить бездефицитный баланс органического вещества почвы. Обычно расчеты производятся исходя из количества азота, извлекаемого культурами на уровне полученного или ожидаемого урожая. Соответственно рассчитывается количество минерализованного органического вещества почвы для получения урожая на уровне всего севооборота. Соотношение C и N в почве составляет 10 : 1, то есть для извлечения каждого килограмма азота растениями минерализуется 10 кг углерода почвы.

Для покрытия количества минерализованного органического вещества почвы используются различные источники углерода – растительные остатки, навоз, компосты и др. Методы расчета углеродного баланса почвы описаны Лыковым А. М., Цурканом М., Боинчаном Б. и др. Количество углерода, оставшегося в почве от растительных остатков, зависит от урожая. Наибольшее количество растительных остатков с благоприятным соотношением C : N остается после многолетних бобовых культур, а самое низкое после сахарной свеклы, картофеля и других овощных культур.

Дефицит углерода в севообороте компенсируется из разных источников углерода путем внесения их под те культуры, которые более эффективно используют органические удобрения, но также технологически наиболее приемлемы.

Учитывается также дозировка органических удобрений. Основным принципом может быть сформулирован таким образом: лучше использовать их более часто в меньших дозах, чем редко и в более высоких дозах.

Распределение минеральных удобрений для компенсации дефицита питательных веществ в рамках севооборота осуществляется в зависимости от реакции культур на прямое действие и последствия удобрений для разных культур. Эта информация существует в опубликованных рекомендациях для традиционного земледелия. Нет отдельных исследований по системе удобрения для КСХ в Республике Молдова. Эти материалы будут получены путем совместных работ научных работников и фермеров.

Отметим, что расчеты, проведенные в рамках многофакторного опыта НИИ ПК «Селекция» по изучению действия и взаимодействия различных систем удобрения и обработки почвы в севооборотах с многолетними травами и без них, показали, что интеграция крупного рогатого скота в севооборотах со смесью люцерны и райграса позволяет покрыть количество питательных веществ, извлеченных из почвы различными культурами для формирования полученного уровня урожая. Одновременно в почву возвращается навоз для компенсации минерализационных потерь органического вещества почвы.

Таким образом, интеграция растениеводства и животноводства не только снижает необходимость применения минеральных удобрений извне, но позволяет более рационально использовать все отходы производства, включая побочную продукцию.

На деградированных почвах реакция культур на применение минеральных удобрений выше, но это не значит, что мы должны увеличивать дозы минеральных удобрений. Речь идет о том, чтобы изменить состав культур в севообороте, точнее увеличить долю культур сплошного способа посева, в частности, многолетних бобовых культур. Эспарцет является культурой довольно хорошо адаптированной к низкоплодородным почвам, обладающим выраженной способностью обогащать почву органическим веществом.

Расчет энергетического баланса через минерализованный и накопленный в почве углерод из применяемых источников энергии очень важен на этапе планирования севооборота и системы ведения хозяйства. Дефицит энергии в почве не может быть компенсирован только использованием минеральных удобрений. Было установлено, что минеральные удобрения способствуют развитию более мощной корневой системы, но в то же время количество углерода, накопленного в почве, меньше, чем количество минерализованного углерода для формирования урожайности.

Само собой разумеется, что черный пар не имеет места в консервативной системе земледелия. По своему отрицательному воздействию на почву у него нет аналогов.

Высокопродуктивная почва не эквивалентна плодородной почве. Интенсификация, основанная на использовании сортов, минеральных удобрений и пестицидов, способствовала повышению уровня урожайности, но маскировала постепенное падение плодородия почвы.

Мулвани и Кхан проанализировали результаты исследований, проведенных в одном из старейших многолетних полевых опытов в США, в Урбане, начатом в 1904 году в Государственном университете штата Иллинойс. Было установлено, что, несмотря на значительное превышение количества азота, извлекаемого урожаями культур, по сравнению с количеством азота, вносимого с минеральными удобрениями, потери азота почвы не уменьшились, а, наоборот, увеличились. Такая же закономерность была замечена этими авторами при анализе многолетних полевых опытов во всем мире.

Эти данные были подтверждены в полевом эксперименте с изучением различных систем удобрения на типичном черноземе Бельцкой степи. Баланс азота был глубоко отрицательным на всех системах удобрения в севообороте для слоя 0-100 см, особенно при применении системы минерального удобрения. Коэффициент использования азота за период 1973-2000 гг. снизился с 31,4% до 14,8%, однако с увеличением доз минеральных удобрений, установился в пределах 20,0-25,7% при применении органо-минеральной системы удобрения.

Здесь надо обратить внимание на довольно важный момент. Раздельное внесение минеральных удобрений в больших дозах и при отсутствии источников углерода для почвенной биоты способствует интенсификации процессов разложения почвенного органического вещества, которое используется в качестве источника энергии для почвенной биоты. Поэтому оказываемый высокий эффект от минерального удобрения почвы на урожайность приводит к интенсивной деградации ее плодородия, что в конечном итоге снижает уровень урожайности даже при использовании сортов и гибридов с более высоким производственным потенциалом. Такая ситуация уже характерна для черноземов Республики Молдова.



Данные многолетнего полевого опыта НИИ ПК «Селекция» подтверждают тенденцию стабилизации уровня производства всех культур в период 1980-1990 годов, а за последние 25-30 лет наблюдается очевидная тенденция снижения уровня производства.

В ходе длительного полевого опыта в Бельцах было установлено, что чем выше разнообразие культур в севообороте, тем больше роль азота в почве для обеспечения потребности растений в этом элементе, при одновременном снижении эффективности азота из минеральных удобрений. Способность почвы снабжать азотом растения должна быть экспериментально оценена в каждом агрохозяйстве для оптимизации экономических расходов на внесение минеральных азотных удобрений и снижения опасности улетучивания нитратов в атмосферу или левигации/выщелачивания в грунтовых водах.

Практический способ оценки способности почвы снабжать азотом растения в каждом хозяйстве, в зависимости от типа почвы и других факторов, предусматривает закладку полос с применением азотных удобрений и без них. Они позволяют установить влияние удобрения почвы на коэффициент использования азота из минеральных удобрений.

Те же самые долгосрочные полевые эксперименты в рамках НИИ ПК «Селекция» с изучением различных систем удобрения в севообороте, показали, что в прибавки в урожаях для большинства культур, полученные от внесения минеральных удобрений (даже в небольших дозах), не покрывают расходы на их применение.

Для черноземных почв проблемой, которая становится все более острой, является фосфор.

Фермеры, которые практикуют no-till, уменьшают дозы фосфорных удобрений из-за того, что накопление большого количества лабильного органического вещества в почве способствует увеличению доступности в нее фосфора.

Сохранение баланса между различными организмами в почве при применении no-till позволяет сохранить всю сеть грибных гиф, которые в сочетании с корнями растений образуют висцикулярно-арбускулярную микоризу.

Благодаря этому симбиозу растения усиливают процессы фотосинтеза, более эффективно используя воду из более глубоких слоев почвы. В то же время растения становятся более устойчивыми к почвенным патогенам, которые вызывают различные заболевания.

Конечно, синергетический эффект микоризы сильнее, когда в почве активизируются и др. организмы, как, например, дождевые черви. Они увеличивают проникновение воды в почву, улучшают аэрацию почвы и стимулируют микробную активность.

Посредством полевых наблюдений фермеры установили, что бобовые и масличные культуры (подсолнечник, рапс), по сравнению с зерновыми, больше способствуют развитию дождевых червей.

Как минеральные удобрения, так и пестициды вместе с механическим нарушением почвы приводят к нарушению этого баланса организмов.

Большее разнообразие культур в севообороте позволяет значительно улучшить здоровье почвы, способствуя таким образом уменьшению доз минеральных удобрений, пестицидов и необходимости механического воздействия. Создание благоприятной среды обитания для всего разнообразия организмов в почве занимает не менее 3-5 лет, но значительные изменения происходят в течение всего севооборота.

## 11. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Внедрение консервативного земледелия во всем мире подтверждает, что этот тип сельского хозяйства не может развиваться без специальной техники, которая обеспечивала бы реализацию фундаментальных принципов, лежащих в основе консервативного земледелия или подготовки почвы в течение переходного периода к нему.

### 11.1. СЕЯЛКИ ДЛЯ NO-TILL

Реализация принципа минимального механического нарушения почвы, технически, является одним из самых сложных аспектов применения системы no-till. Учитывая тот факт, что посев производится на необработанных почвах, иногда уплотнённых, покрытых слоем растительных остатков или покровных культур, особенностью этих сеялок является их большой вес. Для выполнения посева в системе no-till, сеялка должна:

- быть достаточно тяжелой, чтобы иметь возможность разрезать слой растительных остатков;
- аккуратно помещать семена во влажную почву, закрыв бороздку и обеспечивая оптимальный контакт между семенами и почвой, и в то же время избегая контакта между семенами и растительными остатками;
- проникать в почву (даже в плотной почве) при оптимальной глубине посева;
- обеспечивать минимальное нарушение почвы – оставшийся растительные остатки должны обеспечивать уменьшение эрозии, стоков и испарения;
- быть простой и безопасной в эксплуатации;
- вносить удобрения при посеве.



Фото 11.1. Фермеры изучают сеялку, предназначенную для условий no-till в рамках семинара, организованного ПШФ

Существует широкий ассортимент сеялок, которые могут выполнять посев в условиях отсутствия обработки почвы, и каждый тип сеялки имеет свои преимущества и недостатки, что дает фермеру возможность выбрать подходящую.

Сеялки с долотообразным сошником, также выполняющие функции бокового внесения удобрений.



Фото 11.2. Сеялка с долотообразным сошником

**Преимущества сеялок с долотообразными сошниками:**

- посев и внесение удобрений одним проходом;
- удобрения, применяемые сбоку, очень эффективны;
- при посеве возможно внесение большого количества удобрений без отрицательного влияния на развивающиеся растения;
- высокая возможность для очистки растительных остатков;
- хороший контакт семян с почвой в результате прикатывания.

**Недостатки сеялок с долотообразными сошниками:**

- качество семенного ложа может быть ухудшено из-за бокового внесения удобрений нарушением почвенного покрова сошником для внесения удобрений;
- высокий расход топлива;
- степень нарушения может быть высокой, и поле может оставаться не выровненным;
- сложная система распределения удобрений;
- интенсивность посева уменьшается из-за длительных остановок, необходимых для заправки удобрений.

Встречаются очень разнообразные конструктивные формы долота. Выбирая форму сошника-долота, можно влиять на интенсивность рыхления почвы и степень ее перемешивания. Таким образом, в зависимости от этого выбирается и форма борозды.

*Пневматические сеялки.* Этот вид сеялок стал популярным среди фермеров в 70-х годах прошлого века. Изменение их конструкции дало возможность появиться технике, которая отлично выполняет сев. Пневматическая сеялка наделена узкими сошниками и оборудована для прикатывания посева, что делает ее эффективной в системе no-till.

**Преимущества пневматических сеялок:**

- скорость. Пневматические сеялки разработаны для выполнения относительно интенсивного посева, их конструкция позволяет быстро загружать бункер сеялки семенами и осуществлять быструю транспортировку сеялки;

- большая емкость для семян и удобрений. Некоторые сеялки имеют возможность вносить удобрения в полосу, сбоку от посевного ряда;
- жесткая рама с небольшим количеством подвижных органов;
- высокая способность очистки растительных остатков;
- новые достижения в заточке сошников.

#### **Недостатки пневматических сеялок:**

- при посеве таких культур, как горох, соя и бобы, возможно повреждение семян;
- при проведении посева после подсолнечника необходимо прикатывать стебли подсолнечника или измельчить их измельчителем, чтобы не повредить электронику сеялки;
- расположение бункеров в середине сеялки может ограничить видимость;
- уплотнение весом бункеров может привести к снижению всходов и увеличению засорения на следах шин.



Фото 11.3. Пневматическая сеялка

*Сеялки no-till с дисковыми сошниками.* Это самые распространенные сеялки в странах с широким внедрением no-till. Сеялки с дисковыми сошниками могут быть оснащены одним диском, двумя дисками, двумя дисками со смещенными дисками. Двухдисковые сошниковые сеялки имеют высокий приоритет, поскольку они обеспечивают минимальное нарушение почвы.

Двухдисковые сошники со смещенными дисками отличаются тем, что край одного диска немного выше края другого диска. Передний диск разрезает растительные остатки и почву, тем самым выполняя функцию режущего диска, а задний диск открывает воронку для размещения семян. Такая конструкция обеспечивает качественный посев и без режущего диска.

Самая большая проблема, возникающая при посеве в условиях no-till – это обеспечение необходимой глубины в соответствии с требованиями культуры. Для обеспечения глубины заделки семян в конструкции сеялки предусмотрен механизм, который перераспределяет массу семян с транспортных колес на сошник, что обеспечивает стабилизацию глубины. В случае отсутствия достаточной массы сеялки, соответствующее давление достигается путем размещения на сеялке дополнительного балласта. Дополнительный балласт может понадобиться через несколько лет, даже для самых тяжелых сеялок.

#### **Преимущества дисковых сеялок:**

- если растительные остатки равномерно распределены, то семена размещаются соответственно;

- обеспечивает минимальное механическое нарушение почвы;
- сеялки, оснащенные копирующими колесами, обеспечивают более качественный посев;
- некоторые сеялки позволяют внести удобрения в ленту при посеве;
- обеспечивает лучший контакт между семенами и почвой благодаря различным прикапывающим аксессуарам.

#### **Недостатки дисковых сеялок:**

- не разрезает толстый слой соломы, если она не будет равномерно распределена по полю. Солома может попасть в семенное ложе и снизить прорастание семян;
- давление на диски / комплектующие, что может увеличить расходы на ремонт;
- небольшой объем семян и удобрений (старые модели);
- медленная транспортировка сеялки;
- замена дисков может быть дорогостоящей, по сравнению с заменой долотообразных сошников.



Фото 11.4. Сеялка с однодисковым сошником

**Сеялки для no-till могут включать или быть оборудованы следующими компонентами.**

1. Очищающее оборудование для вытеснения растительных остатков из области ряда.
2. Сошник для стартового внесения удобрения или устройство для внесения жидких удобрений в ряд.
3. Диски для срезания растительных остатков и рыхления небольшого объема почвы вокруг семян.
4. Устройства дозирования семян для получения точного расстояния между семенами.
5. Семенные трубки для перемещения семян в борозду.
6. Дисковый сошник, чтобы открыть борозду на должной глубине, и пружина, которая подталкивает семена ко дну борозды.
7. Копирующие колеса для управления глубиной посева.
8. Колеса прикрытия, чтобы покрыть и уплотнить почву над семенем.

*Очищающее оборудование* предназначено для перемещения остатков из ряда, чтобы облегчить посев и обеспечить более быстрое нагревание почвы в области ряда. Доступны различные модели. Недавно было разработано очищающее оборудование с изогнутыми пальцами. Оно менее агрессивно, чем очищающее оборудование с прямыми пальцами. Если пальцы переплетаются, они сохраняют лучшее очищающее действие. Также доступны очи-

щающие аппараты, состоящие из двух вогнутых дисков. Последние не вызывают обмотки остатков покровных культур и при этом работают лучше при нанесении навоза перед посевом, чем другие типы. Очистители остатков могут быть установлены на секции сеялки или на раме сеялки. Очищающее оборудование, установленное на секции, как правило, поддерживают лучший контроль глубины, чем те, которые установлены на раме сеялки. Некоторые очищающие аппараты устанавливаются в блоке с резцом. Очищающее оборудование предназначено для перемещения остатков, но не почвы. Глубина должна быть установлена соответствующим образом, во избежание образования борозды, которая впоследствии поставит под угрозу контроль глубины посева.



Фото 11.5. Очищающее оборудование, установленное на агрегате



Фото 11.6. Очищающее оборудование, установленное на раме



Фото 11.7. Очищающее оборудование с вогнутыми дисками



Фото 11.8. Очищающее оборудование, установленное на раме

Сошники для стартового внесения удобрения или устройства для внесения жидких удобрений в ряд предназначены для того, чтобы некоторые удобрения можно было внести рядом с семенем, не повреждая всходы. Стандартный метод заключается во внесении удобрений на два сантиметра рядом с семенем и на два сантиметра ниже семени. Жидкие удобрения можно вносить поверх семян. Наиболее удобным является внесение через небольшую трубку для обеспечения сохранности семян.

*Режущие диски.* Большинство сеялок для пропашных культур и некоторые сеялки для зерновых культур имеют перед сошниками режущий диск для обрезки растительных остатков и рыхления почвы. На почвах, которые долгое время обрабатывались в системе no-till, эти диски могут не понадобиться. Содержание органического вещества на поверхности почвы увеличивается со временем, и почва становится более рыхлой. Также со временем сошники смогут выполнить задание без режущих дисков.



Фото 11.9. Сеялка для зерновых культур с режущим диском перед сошником

Существуют различные режущие диски, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

1. *Гладкие диски.* Легче всего проникают в почву, потому что имеют наименьшую поверхность для контакта с почвой. Они не сильно ее нарушают и подходят в первую очередь для использования на сухой почве. Эти диски не перемещают почву и не помогают повысить ее температуру.

2. *Полые диски.* Имеют гладкую кромку и полую секцию. Они хорошо срезают остатки, как и гладкие диски, но нарушают почву чуть больше. Отлично работают в условиях сухой почвы, но не на влажной и тяжелой почвах, где могут привести к уплотнению боковых стенок.

3. *Волнистые диски.* Имеют волнистые края, которые помогают перемещать и разрушать почву. Есть волнистые диски с 13 волнами и 8 волнами. Эти диски нуждаются в более высоком давлении, чем гладкие и полые. Подходят для влажной почвы, которая является относительно «мягкой». Волнистые диски нарушают и ослабляют часть почвы, они помогают высушить почву больше, чем другие типы дисков, повышая температуру и, таким образом, прорастание.

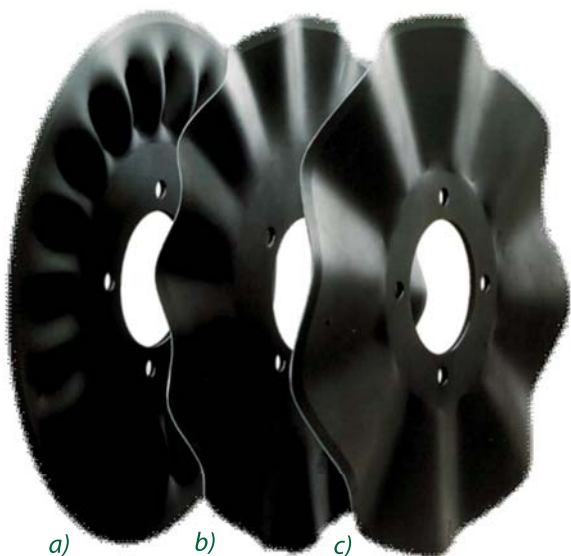


Фото 11.10. Полый диск. а) Полый диск, б) Волнистый диск с 13 волнами, с) Волнистый диск с 8 волнами



Фото 11.11. Гладкий диск

*Двухдисковый сошник и семяуспокоитель.* Двухдисковый сошник должен создавать V-образную бороздку, а семена должны быть размещены в ее нижней части. Некоторые двойные диски смещены, что позволяет им лучше нарезать почву и растительные остатки. Для достижения наилучших результатов мы рекомендуем использовать семяуспокоитель, который легко проталкивает семена на дно бороздки.

*Копирующие колеса.* Назначение копирующих колес – управлять глубиной посева двухдискового сошника и, в конечном итоге, глубиной посева. Эта регулировка очень важна в условиях no-till, когда сеется на различные типы и различные количества растительных остатков. Особенно важно, чтобы весной выполнялась правильная настройка. При посеве больших площадей двухдисковый сошник будет изнашиваться, а затем глубину необходимо отрегулировать соответствующим образом, чтобы компенсировать этот износ.

*Высевающие аппараты и семенные трубки.* Высевающие аппараты для распределения семян одинаковы в традиционной и консервативной земледелии. Высевающие аппараты должны быть размещены как можно ближе к почве. Поэтому семенные трубки должны быть как можно короче. Для обеспечения минимальных помех между дозирующими устройствами и укладкой семян, рекомендуется использовать гладкие и прямые семенные трубки. Изношенные семенные трубки или трубки, которые не являются полностью гладкими, должны быть немедленно заменены.

*Прикатывающие колеса.* Прикатывающие колеса могут быть изготовлены из чугуна или резины. Это могут быть сплошные, целые колеса или колеса с шипами. На сеялках, предназначенных для посева пропашных культур, прикатывающие колеса предназначены для закрытия V-образной борозды, не уплотняя почву сверху. У зерновых сеялок прикатывающие колеса также определяют глубину посева. Слишком большое давление сеялки для сплошных посевов зерновых культур может вызвать существенное уплотнение. Прикатывающие колеса были разработаны для специальных целей. В идеальных почвенных условиях большинство прикатывающих колес хорошо работают. Различия между прикатывающими колесами возникают в сложных условиях и в условиях влажной почвы.

*Чугунные прикатывающие колеса* предназначены для уплотнения почвы рядом и под семенами, чтобы гарантировать хороший контакт семян с землей на рыхлых почвах. В случае влажной почвы очень легко переуплотнить ее в области посева, что вызывает проблемы с проникновением корней. Важно ограничить давление на чугунные колеса, чтобы избежать переуплотнения и, в то же время, качественно закрыть бороздку.



Фото 11.12. Зубчатые прикатывающие колёса в сочетании с цепью



Фото 11.13. Резиновые прикатывающие колеса в сочетании с цепью



Резиновые прикатывающие колеса имеют меньший риск уплотнения. Использование этих колес на почвах с высоким содержанием глины и влаги может обеспечить недостаточное давление для полного закрытия бороздки.

Зубчатые прикатывающие колеса были разработаны для влажных и тяжелых почв. Их цель – измельчить почву над семенами, не вызывая уплотнения боковых стенок. Это действие, как правило, помогает сушить и нагревать почву в ряд. Некоторые сеялки оснащены одним зубчатыми прикатывающим колесом и одним чугунным для обеспечения более равномерных всходов. Зубчатые прикатывающие колёса могут не работать в покровных культурах, особенно когда они мокрые, потому что растительная масса будет оборачиваться вокруг них.

В настоящее время компании по производству сеялок для no-till предлагают все больше единиц, которые обеспечивают оптимальный посев при любом состоянии почвы и влаги для равномерных всходов семян.



Фото 11.14. Комбинированный комплект прикатывающих колес для лучшего закрытия бороздки

Фото 11.15. Бороздка открыта, риск неравномерных всходов



Фото 11.16. Комплекты различных прикатывающих колес, предложенные некоторыми производителями сеялок

## 11.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ УПЛОТНЕНИЯ

Решение проблем уплотнения является важным шагом на этапе перехода к консервативному сельскому хозяйству. Оборудование, которое будет обсуждаться в данном подразделе, не являются частью набора машин для консервативного сельского хозяйства. Их необходимость продиктована чрезмерным уплотнением почв и должна быть устранена путем физического улучшения, таким как глубокое рыхление.

Глубокое рыхление осуществляется с помощью орудий различной конструкции. Обычно они направлены на рыхление плотного слоя почвы. Глубина глубокого рыхления не менее 35 см. Рыхление, выполненное на меньшей глубине, называется просто разрыхлением. Глубокое рыхление предполагает обработку почвы в пахотном и подпахотном слое. Наличие твёрдого слоя под пахотным горизонтом можно определить с помощью доступных инструментов, таких как нож или лопата. Наличие подпахотного уплотненного слоя также можно определить с помощью специального прибора – пенетromетра.



Фото 11.17. Плужная подошва – подпахотный уплотненный слой.



Фото 11.18. Пенетрометр для определения уплотнения



Фото 11.19. Плуг параплау



Фото 11.20. Глубокорыхлитель (скарификатор)



Фото 11.21. Чизельный плуг

Каждое орудие, предназначенное для глубокого рыхления, имеет рекомендованные производителем условия. Лучшее орудие для полевых условий конкретного фермера можно проверить только на его поле. Конечный эффект глубокого рыхления зависит от нескольких факторов: количества корпусов и формы корпуса, глубины обработки, текстуры почвы, содержания

влаги, степени уплотнения, наличия растительных остатков на поверхности почвы. В идеале работа по глубокому рыхлению выполняется, когда почва измельчается под воздействием оборудования без уплотнения. Такая почва скорее сухая, чем влажная. В этих условиях все орудия будут вести себя по-разному.



Фото 11.22. Глубокорыхлитель (Подпочвеник)

Орудия со множеством корпусов оставят поверхность хорошо обработанной, большая часть растительных остатков будет заделана в почву, тяговая сила будет максимальной. Форма корпуса влияет на степень нарушения почвы, количество растительных остатков, оставшихся на поверхности, степень удаления глыб земли и требуемую силу тяги. Чем глубже обработка, тем выше затраты энергии при ее выполнении. Легкие почвы обрабатывают с небольшими усилиями, а суглинистые – очень тяжело. Влажные (скорее свежие) почвы обрабатывают относительно просто, сухие – трудно. Обработка свежих почв сопровождается риском уплотнения, которое может последовать в результате обработки и хода сельскохозяйственной техники.

Сочетание сухих почвенных условий + твердая суглинистая почва + уплотненная почва может привести к невозможности выполнения работы на требуемой глубине любой сельскохозяйственной машиной. Наибольшее количество растительных остатков, оставшихся на поверхности почвы, наблюдается после работы плуга параплау, оснащенного плужным корпусом типа bentleg. В то же время, такие работы вызывают наименьшее повреждение почвы, а затраты энергии сравнительно одинаковы с затратами при процедурах, в которых используют другие рабочие инструменты.

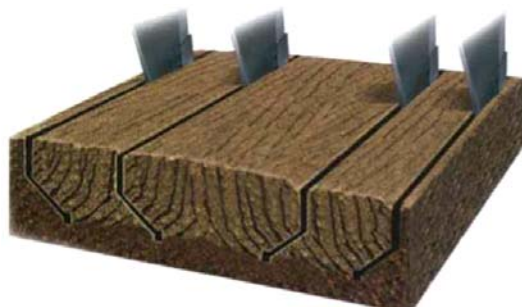


Фото 11.23. Схема глубокого рыхления плугом параплау

### 11.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОКРОВНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ

*Деформирующие катки с лезвиями.* Катки с лезвиями – это инструменты, предназначенные для уничтожения покровных культур перед посевом путём прикатывания. Катки с лезвиями лучше всего подходят для высокорослых посевов. Катки с лезвиями могут быть установлены перед трактором на передней муфте или могут быть притянуты за трактором. Таким образом, при необходимости прикатывание можно проводить одновременно с посевом тем же трактором. Обычно каток состоит из цилиндрического барабана с тупыми, предпочтительно шевронными ребрами, расположенными на равном расстоянии друг от друга вокруг барабана. Тупые ребра предназначены для деформации стеблей покровной культуры. Они предпочтительнее ребер с острым краем, поскольку последние разрезают растения и перемещают их остатки, что может помешать контакту семени с почвой во время посева. К тому же разрезанные растения могут заново отрастать, а изломанные и расплюснутые обычно засыхают и погибают. Использование шевронных ребер уменьшает вибрацию и позволяет вести прикатывание с большей скоростью.

Это недорогое и несложное оборудование, которое легко можно производить силами фермеров. Например, к бороне с дисками можно приварить перпендикулярно стальные стержни. Разные культуры по-разному реагируют на прикатывание, в зависимости от фазы развития, в которой они находятся. Необходимо экспериментировать с различными культурами на разных этапах, чтобы гарантировать их гибель. Это, в частности, относится к покровным культурам, посеянным в смеси.



Фото 11.24. Деформирующий каток

*Уборочная техника.* Равномерное распределение растительных остатков очень важно, поскольку их избыток в середине убираемой полосы и слишком малое количество по ее краям приводит к возникновению ряда проблем, связанных с качеством посева и здоровьем выращиваемых растений. Современная зерноуборочная техника оборудована хорошо сконструированным приспособлением для равномерного распределения соломы и мякны по всей ширине убираемой полосы. Из всех растительных остатков, проходящих через комбайн и сбрасываемых на землю, одна часть состоит из цельных элементов (например, пшеничной

соломы, початков кукурузы), а другая часть – из мелких фрагментов или измельченных остатков (половы), которые выдуваются или сбрасываются с задней стороны комбайна.

Комбайнам с шириной жатки более 6 м трудно равномерно распределять остатки по всей ширине скашиваемой полосы. Решением этой проблемы является установка распределителей для соломы и половы. Распределитель соломы предназначен для распределения цельных остатков растений по полю. Обычный распределитель половы использует 2 вращающихся диска с поворотными пластинами для разбрасывания половы во все стороны с задней стороны комбайна. Важно, чтобы в конструкции устройства было предусмотрено следующее: солома, оставляемая в середине, не должна быть толще той, которая остается по краям полосы прохождения комбайна, а при закупорке распределителя не оставались бы груды соломы. Если это происходит, улучшить работу распределителя можно следующим образом: повысить скорость и увеличить передаваемую мощность, или увеличить размер лопастей на распределительных дисках.



Фото 11.25. Равномерное распределение остатков



Фото 11.26. Комбайн оборудован очесывающей жаткой (stripper header)

На резку соломы тратится больше энергии, чем на простое ее разбрасывание. Это следует учитывать, так как во многих регионах солomорезки не нужны: мелкие фрагменты растительных остатков могут быть унесены ветром и водой, а в засушливом и полузасушливом климате они быстро распадаются.

Таким образом, этот метод утилизации соломы (резка и распределение или распределение целых стеблей) должен соответствовать используемой сеялке прямого посева, поскольку иначе могут возникнуть помехи эффективному применению некоторых сошников: для долообразных сошников обычно требуется резаная солома, а дисковые сеялки лучше работают, когда соломина цельная.

Одной из инноваций, которая успешно используется в консервативном сельском хозяйстве, является *очесывающая жатка*. Очесывающая жатка (stripper header), которая крутится в обратном направлении, когда комбайн движется вперед, только счесывает зерно с растения, оставляя стебель неповрежденным в вертикальном положении. Обычно по такой стоящей стерне довольно легко использовать дисковые сошники.

## 12. ВНЕДРЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Консервативное земледелие представляет собой систему сельского хозяйства, которая с огромной скоростью распространяется по планете, особенно в последние десять лет. Его считают революционной технологией, которая, по некоторым данным, сокращает производственные расходы на 30-50% при одновременном росте урожая и сохранении почв. Движущей силой внедрения КСХ являются фермеры, которые хотят сократить расходы, увеличивая урожай, и повысить эффективность производства.

Более 10 тысяч лет человечеству приходилось накапливать знания и опыт выращивания сельскохозяйственных растений с использованием классической системы обработки почвы. Консервативное земледелие практикуется лишь около 50 лет. И хотя этот период очень мал, и термин «Консервативное земледелие» стал активно использоваться только в последние 20 лет, фермеры, внедрившие эту систему, выращивают не меньшие, а иногда эквивалентные урожаи тем, которые получают классическим методом. Это, безусловно, является признаком того, что с течением времени урожаи могут расти.

Переход от традиционного земледелия к консервативному – достаточно сложный процесс, который включает в себя приобретение фермерами новых знаний; изменение структуры посевных площадей; приобретение новой техники и оборудования; переход от готовых рекомендаций к опыту, полученному в собственном хозяйстве; изменение подхода сотрудников и соседей и многое другое.

Период времени, обозначенный как переход от традиционного сельского хозяйства к консервативному земледелию, или период внедрения, является наиболее ответственным этапом для всех, кто считает, что система имеет право на существование, что она жизнеспособна и может применяться в местных условиях. Простая замена сеялки и вера в то, что все изменилось и работает по-другому, чревато опасностью подвергнуть риску саму систему. Ее внедрение должно осуществляться после тщательного планирования, выполненного во времени, с учетом всех известных факторов, от которых зависит ее успех.

В 60-е годы прошлого века, когда аграрии провели первые успешные испытания, ни фермеры, ни ученые не обладали знаниями и пониманием того, как работает новая система. Заводы по производству сельскохозяйственной техники не производили сеялок для условий no-till, а у фермеров был очень ограниченный набор гербицидов. Сейчас в мире производят широкий спектр специальных сеялок, предназначенных для посева no-till, значительно выросло число гербицидов, но одновременно с этим стало более очевидным изменение климата, которое существенно влияет на сельское хозяйство. В настоящее время, как и при проведении первых испытаний, ограниченные местные знания и опыт являются основными факторами, тормозящими внедрение КСХ в более широком масштабе.

При разработке этой главы мы опирались на мировой опыт, описанный в литературе. Поэтапный подход к процессу внедрения, делает его более структурированным и понятным. Для достижения успешного перехода от традиционного сельского хозяйства к консервативному, необходимо пройти следующие этапы в соответствующем порядке.

1. Обновление знаний о системе, особенно о борьбе с сорняками.
2. Проведение анализа почвы с целью балансировки питательных веществ.
3. Избегание почв с низкой проницаемостью.
4. Выравнивание поверхности почвы.
5. Устранение проблем с уплотнением почвы.
6. Производство максимального количества растительных остатков.
7. Покупка сеялки для посева в условиях no-till.
8. Тестирование новой системы на небольшой площади.
9. Освоение севооборота с покровными культурами.
10. Непрерывное изучение и отслеживание последних достижений в этой области.



## 12.1. ОБНОВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ О СИСТЕМЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ОСОБЕННО О БОРЬБЕ С СОРНЯКАМИ

После того, как были преодолены барьеры для понимания новой системы и возникла уверенность в ее необходимости, каждый человек, непосредственно или косвенно участвующий во внедрении консервативного земледелия, должен изучить как можно больше информации о данной системе. Как правило, фермеры начинают «внедрять» консервативное земледелие сразу после приобретения сеялки для условий no-till. Сеялка является чрезвычайно важным компонентом, и ее необходимо приобрести, но чуть позже, на следующих этапах.

Начало перехода от традиционного к консервативному сельскому хозяйству без достаточных знаний является наиболее распространенной причиной неудач при внедрении КСХ. Часто фермеры, ученые и консультанты обвиняют систему в том, что она не работает и не может применяться в их условиях, но целевые группы никогда не признают, что у них недостаточно знаний о самой системе. Совершенствование знаний о методах консервативного земледелия необходимо всем, кто будет участвовать в реализации КСХ – начиная от инженера-агронома и заканчивая механизаторами. И жители села, где внедряется система, должны знать, что на территории хозяйства практикуется технология, при которой наличие растительных остатков на поверхности почвы является обязательным. Информирование жителей необходимо, чтобы избежать выпаса домашних животных и необоснованного проезда машин и тракторов по необработанным землям при обилии растительных остатков на поверхности почвы.

Переход от классической технологии к системе no-till требует тщательного планирования. Подготовку рекомендуется начинать не менее, чем за год. Начинающий фермер (в системе no-till) должен получить как можно больше информации о КСХ. No-till – это не простой посев культур в необработанной почве, а целостная система со всеми включенными компонентами.



Фото 12.1. No-till требует системного подхода

Рекомендуется, чтобы фермеры много читали об этой системе, встречались с теми, кто уже использует no-till или планируют это сделать. Очень важно посещение других хозяйств и участие в полевых днях, организованных там, где успешно внедряют систему no-till.

No-till полностью отличается от традиционного земледелия, и одно из самых больших различий заключается в подходе к борьбе с сорняками. В традиционной системе обработка почвы уничтожала сорняки как до посева, так и в посевах. Впоследствии их ликвидировали при помощи широкого спектра почвенных гербицидов и, наконец, гербицидами, применяемыми во время вегетации. При таком подходе практически все сорняки могут быть уничтожены из посевов без необходимости знания их видов и видов гербицидов.

В условиях no-till применяется другой подход: чтобы избежать конкуренции с культивируемыми растениями, фермер должен знать конкретно (не в общих чертах) все виды сорняков, которые потенциально могут засорять культуры, и одновременно понимать, какими гербицидами и против чего можно бороться в посевах разных культур. Для этого информации на этикетке гербицида недостаточно. Важно знать все химические продукты, которые могут использоваться в условиях no-till, не оказывая отрицательного влияния на культурные растения, и с широким спектром борьбы с сорняками.

При переходе от традиционного к консервативному земледелию оборудование для применения пестицидов, предназначенных для защиты растений, становится самым важным в фермерском хозяйстве. Фермер может позволить себе работать с более старым трактором, но опрыскиватель должен работать как новый. Если фермер не доверяет своему опрыскивателю, необходимо приобрести новый. Всегда следует использовать лучшие наконечники, существующие на рынке, даже если они дорогие. Дешевые наконечники могут качественно работать всего около 40 часов опрыскивания.

Нормы расхода гербицидов должны строго соблюдаться. Их увеличение может привести к фитотоксичности сельскохозяйственных культур, сокращению урожайности и увеличению себестоимости продукции. Снижение дозы гербицидов может привести к неудовлетворительному уничтожению сорняков, а повторное применение приведет к увеличению производственных затрат. Еще одна проблема, которая может возникнуть при повторном применении гербицидов с тем же механизмом действия, заключается в стимулировании появления резистентных к гербицидам биотипов.

Особое значение имеет качество воды для приготовления рабочего раствора при применении гербицидов. Вода должна быть прозрачной и не содержать примесей (глинистых частиц). В предыдущих рекомендациях указывался объем распыления 250-300 л/га рабочего раствора. Сейчас существует тенденция к уменьшению этого объема. Например, гербициды с активным веществом глифосата обладают фитотоксической активностью в отношении сорняков при применении с минимальным количеством рабочего раствора (50-100 л/га). Некоторые гербициды более активны, когда рабочий раствор обладает более низким pH, соответственно, в таких случаях к раствору гербицида добавляется агент, понижающий pH.

## 12.2. АНАЛИЗ ПОЧВЫ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ БАЛАНСА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Отбор проб и анализ почвы – очень важная рутинная проблема во всех системах земледелия, но очень часто игнорируемая фермерами. Цель состоит в том, чтобы оценить содержание питательных веществ, затем скорректировать до умеренного уровня, а со временем до оптимального уровня питательные вещества в почве. Эта процедура, которую необходимо проводить периодически, настоятельно рекомендуется при переходе от традиционного к консервативному земледелию.

Многие фермеры осознали, что без внесения удобрений невозможно получить высокие и стабильные урожаи. Однако некоторые из них применяют только азотные удобрения, а фосфорные – либо игнорируются, либо используются в неудовлетворительных количествах. По данным академика Серафима Андриеша (2016), почвы Молдовы характеризуются низким содержанием подвижного фосфора, доступного для растений. Долгосрочное использование почв в сельском хозяйстве без компенсации выноса приводит к их деградации. Согласно статистическим данным, в последние годы применялось недостаточное количество минеральных удобрений (10-35 кг/га), особенно фосфорных (до 1 кг/га в год). Ученые из Института почвоведения, агрохимии и защиты почвы им. Николая Димо провели агрохимическое исследование сельскохозяйственных почв в полевых школах для фермеров в области консервативного земледелия, внедряемых UCIP-IFAD. Из 10 исследуемых школ, в 6 – содержание фосфора было низким, в 3 – умеренным, а в одной школе содержание подвижного фосфора было очень низким.

Таблица 12.1. Классификация почв по содержанию гумуса и NPK в пахотном слое в Республике Молдова

Класс обеспеченности почвы	Гумус, %	Фосфор подвижный (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Метод Мачигина			Обменный калий (K <sub>2</sub> O)		Нитратный азот (N-NO <sub>3</sub> )
		Черноземы		Серые почвы	По Чирикову	По Мачигину	
		Карбонатные, обычные, типичные	Выщелоченные, Глинисто-иллювиальные				
мг / 100 г почвы							
Очень низкий	Ниже 1,1	Ниже 1,1	Ниже 1,6	Ниже 2,1	Ниже 5,1	Ниже 5	Ниже 0,5
Низкий	1,1-2,0	1,1-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	5,1-10,0	5,1-10,0	0,6-1,2
Умеренный	2,1-3,0	1,6-3,0	2,1-3,5	2,6-4,0	10,1-15,0	10,1-20,0	1,3-1,9
Оптимальный	3,1-4,0	3,1-4,5	3,6-5,0	4,1-5,5	15,1-20,0	20,1-30,0	2,0-2,6
Высокий	4,1-5,0	4,6-6,0	5,1-6,5	5,6-7,0	20,1-25,0	30,1-40,0	2,7-3,3
Очень высокий	Более 5,0	Более 6,0	Более 6,5	Более 7,0	Более 25	Более 40	Более 3,3

На основании опыта было установлено, что применение фосфора в дозе 130-160 кг по действующему веществу приведет к увеличению содержания фосфора в почве на 1 мг/100 г. Таким образом, в зависимости от степени обеспечения фосфором, необходимо применять от 300 до 600 кг/га амофоса, а при очень низком содержании – более 600 кг/га амофоса. Далее, после коррекции содержания фосфора, рекомендуется вносить 50% рекомендуемой дозы фосфора сеялкой во время посева и 50% путем разбрасывания.

### 12.3. ИЗБЕГАНИЕ ПОЧВ С НИЗКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ

Известно, что почвы с низким дренажем не пригодны для применения no-till. На них зачастую долго задерживается вода из осадков, как и вода, поступающая от таяния снега. Поэтому таких проблемных почв лучше избегать. Не следует путать почвы с низким дренажем с уплотненными почвами. Почвы с низким дренажем мало распространены в Молдове, по сравнению с уплотненными, которые достаточно часто встречаются в стране.



Фото 12.2. Низкодренажные пахотные земли

## 12.4. ВЫРАВНИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ

Для качественного проведения посева в условиях no-till необходимо выровнять поверхность поля. Есть несколько причин, из-за которых поверхность земли может быть волнистой и неровной, например, если уборка урожая предыдущей культуры проводилась в условиях, когда почва была влажной, и комбайны оставляли глубокие следы. Перед переходом к no-till неровности должны быть удалены. Эти колеи необходимо обработать с помощью рыхлителя, а затем выровнять поверхность с помощью дисковых орудий, если рыхлителя оказалось недостаточно. Поверхность почвы также может быть неровной в случае, когда в предшествующей культуре культивировались междурядья для борьбы с сорняками. Тогда вся поверхность почвы покрыта небольшими бороздами и может помешать качественному посеву. В этом случае поверхность может быть легко выровнена с помощью дисковых орудий. Если неровности не удалить, то в такую почву даже лучшие сеялки не смогут посеять качественно: некоторые семена будут заделаны слишком глубоко, а другие останутся на поверхности.



Фото 12.3. Следы комбайна, которые необходимо выровнять перед посевом

## 12.5. УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С УПЛОТНЕНИЕМ ПОЧВЫ

Почва становится более компактной или плотной, когда отдельные ее агрегаты или частицы вынуждены приближаться друг к другу. Уплотнение почвы вызвано различными факторами и проявляется разными видимыми эффектами. Рассмотрим три типа уплотнения почвы:

- формирование корки;
- уплотнение пахотного слоя;
- уплотнение подпахотного слоя.



Уплотнение подпахотного слоя относится к уплотнению нижнего обработанного слоя. Его обычно называют «плужной подошвой», хотя его появление связано не только со вспашкой. Подпахотный слой легче уплотняется, потому что он более увлажненный, более компактный и с более высоким содержанием мелких частиц почвы, при этом с меньшим содержанием органического вещества и менее структурирован, чем пахотный слой.

Разуплотнение почвы или глубокое рыхление, прежде чем переходить на no-till, обычно выполняется тяжелой сельскохозяйственной техникой. Весьма вероятно, что в некоторых случаях, с целью рыхления пахотного и подпахотного слоя, следует дополнительно уплотнить нижний слой пахотного слоя. Выбор оптимального момента проведения операции во многом зависит от влажности почвы. Чтобы понять это, нужно знать определенные вещи о консистенции почвы, или о том, как почва реагирует на внешние воздействия. При высоком содержании воды почва может вести себя как жидкость и течь под действием силы тяжести, например, в случае оползней в периоды выпадения большого количества осадков (фото 12.4).

При более низком уровне влажности почва обладает большей связанностью, легко прилипает и, как обычно говорят, в таком состоянии становится пластичной. После периода высыхания почва становится рыхлой – она рассыпается и не прилипает под воздействием внешних сил. Граница между пластичной почвой и рыхлой имеет важное значение для земледелия. Когда почва более влажная, чем предел пластичности, она может сильно уплотняться при обработке или при прохождении тяжелых машин, так как частицы почвы выталкиваются между ними в плотную липкую массу. Такое уплотнение может наблюдаться, когда вы видите глянцевые и валунные борозды, или следы колес на поверхности почвы.

Когда почва рыхлая (содержание воды ниже предела пластичности) она рассыпается при обработке, и агрегаты сопротивляются уплотнению, вызванному движением сельскохозяйственной техники в поле. Таким образом, на потенциал уплотнения сильно влияет период проведения сельскохозяйственных работ в соответствии с условиями влажности почвы. На консистенцию почвы сильно влияет ее текстура. Например, легкие (песчаные) почвы очень быстро превращаются из пластичных в рыхлые. Тяжелые (суглинистые) почвы нуждаются в более продолжительном периоде, чтобы потерять воду и стать рыхлыми.

### ПРОВЕРЬТЕ ПОЧВУ ПЕРЕД ЕЕ ОБРАБОТКОЙ

Чтобы убедиться, что почва готова к использованию, вы можете проверить это с помощью простого теста «шарик». Возьмите в руку ком почвы из нижней части пахотного слоя и попробуйте сделать шарик. Если он легко формируется и склеивается, почва слишком влажная. Если он легко рассыпается, она достаточно сухая для обработки.

Глубокое рыхление перед переходом на no-till выполняется на глубине, превышающей уплотненный слой. Эта работа не связана со смешиванием, опрокидыванием или оборотом почвенного слоя. Это агротехническая мера, направленная на улучшение физического состояния почвы и, прежде всего, ее пористости. При выполнении работы почва должна быть достаточно сухой, чтобы в процессе рыхления разбиться на несколько плоскостей, образуя неровные трещины и щели.

Глубокое рыхление воспринимается как уникальная обработка без необходимости повторения. Впоследствии, чтобы избежать проблем с уплотнением, будет использоваться весь комплекс мер, доступных в консервативном земледелии: производство максимального количества растительной массы для покрытия поверхности почвы; использование покровных культур для зеленых удобрений; рациональный севооборот; биологическая активность почвы, в том числе черви, насекомые и т. п., взрыхляющие ее.

Необходимо также держать под контролем движение по полю сельскохозяйственной техники для дальнейшего уменьшения уплотнения почвы.

## 12.6. ПРОИЗВОДСТВО МАКСИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

Почти все преимущества системы no-till вытекают из постоянного покрытия почвы и лишь некоторые из отсутствия ее обработки.



Фото 12.5. Вид на кукурузное поле в фазе уборки урожая с большим количеством растительных остатков

No-till с недостаточным количеством растительных остатков не позволит использовать все преимущества внедряемой системы. Цель фермеров состоит в том, чтобы вместе с повышением урожая увеличивалось и количество биологической массы. Увеличение биомассы основано на выборе сельскохозяйственных культур, производящих большее ее количество, таких как кукуруза, пшеница и другие, а не культур, дающих незначительную ее часть, например, соя, чечевица и другие. Из культивируемых растений следует выбирать сорта и гибриды, которые образуют большую биомассу вместо тех, которые образует небольшую массу, например, карликовые сорта озимой пшеницы, или использовать ингибиторы для прекращения роста и образования обильной растительной массы. Если позволяют климатические условия, фермеры должны начать с производства 6 т/га биомассы, а затем довести до 10 тонн с гектара. Все это возможно при включении покровных культур в севооборот.

Почвопокровные культуры должны быть оставлены на поверхности и никогда не заделываться в почву специально, потому что заделка должна произойти биологически, при их разложении на поверхности почвы. Игнорирование растительных остатков, практика no-till без растительных остатков, сжигание растительных остатков, удаление некоторого количества растительных остатков – это практики, используемые людьми, которые еще не полностью осознали, как работает данная сельскохозяйственная система.

## 12.7. ПРИОБРЕТЕНИЕ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ NO-TILL

Только после того, как фермер прошел предыдущие этапы, он может приступить к покупке сеялки для no-till. Часто аграрии отказываются покупать сеялку, как только узнают о системе no-till. Без учета всех предыдущих этапов (шагов), реализация системы может привести к сбою. Республика Молдова еще не производит отечественные сеялки для условий no-till, однако на рынке страны достаточно таких машин зарубежного производства. Мировая практика показывает, что без изготовления собственных сеялок будет трудно реализовать крупномасштабное консервативное земледелие. В Молдове стало традицией закупать сеялки no-till для получения государственных субсидий. Однако очень часто техника, заявленная как no-till-техника, не является таковой, а документы, выданные фирмами-производителями и официальными дилерами, не имеют никакой ценности, поскольку оборудование не имеет ничего общего ни с почвенными условиями, ни с остатками, ни с фактически возделываемыми культурами.

При покупке сеялки для условий no-till, фермер в реальных полевых условиях, на необработанной почве с максимальным количеством растительных остатков, должен убедиться в том, что сеялка может обеспечить внесение семян на рекомендуемую глубину. Специалисты считают, что даже в самых лучших сеялках no-till весной могут обнаружиться проблемы, при которых требуется увеличивать дополнительный балласт для обеспечения надлежащей глубины посева.

Другой аспект, который следует учитывать при покупке техники, связан с тем, что на рынке есть сеялки, которые сеют как пропашные, так и сплошные культуры. Поэтому при их применении необходима корректировка, которая часто занимает определенное количество времени и требует усилий для адаптации агрегата либо к сплошным посевам, либо к пропашным.

Модели сеялок бывают разными. Фермеры должны выбрать сеялку, которая обеспечивает минимальное разрушение почвы и безопасное срезание толстого слоя остатков с поверхности почвы. Сеялки, оснащенные долотом или стрелой, не соответствуют системным требованиям для минимального механического повреждения почвы.

Приобретенная сеялка должна быть не просто стандартным, самым дешевым вариантом, предложенным продавцом, но и версией, которая сможет сеять в самых жестких почвенных условиях, со всеми дополнениями, которые могут обеспечить качественное выполнение посева. В некоторых случаях все дополнительное оборудование существенно увеличивает цену сеялки. Очень рискованно приступать к внедрению системы КСХ, имея сеялку, оснащенную только по стандартной модели оборудования.

## 12.8. ВНЕДРЕНИЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА НЕБОЛЬШОМ УЧАСТКЕ ЗЕМЛИ

Начало реализации КСХ на небольшом участке земли необходимо для того, чтобы не подвергать риску все фермерское хозяйство. Размер участка должен быть достаточным для наблюдения за преимуществами внедрения системы. В первый год фермер может начать с площади, составляющей 5% хозяйства (скажем, общая площадь – около 1000 га). Нужно выбрать поверхность с плодородной почвой, которая не имеет признаков эрозии, с почвой с полным профилем и высоким плодородием.

Начинать консервативное земледелие на всей площади хозяйства, значит подвергать его риску возможных плохих всходов, засорения или повреждения некоторыми вредителями или болезнями. Внедряемая система – это совершенно новая система, при которой обработки почвы не выполняются, появляются новые сорняки, значение применения защитных мероприятий постоянно растет, требуется особая точность при определении сорняков и применении гербицидов. К тому же, новые сорняки, которых не было в старой системе, требуют новых навыков для решения проблемы. Вместе с необрабатываемой почвой меняются многие аспекты, связанные с внесением удобрений и сбором урожая. Могут возникнуть проблемы с вредителями, которые существовали в традиционной системе, но исчезли при переходе на КСХ. Болезни растений могут стать серьезной проблемой в консервативном земледелии, поскольку остатки остаются на поверхности и не попадают в почву. Это предполагает более строгое соблюдение



севооборота и использование покровных культур для прерывания жизненного цикла болезней. В целом специалисты признают, что в консервативном земледелии проблемы, связанные с возникновением заболеваний, более острые, чем в традиционном сельском хозяйстве. Появление нового оборудования также требует новых практических навыков, связанных с регулировкой и вводом в эксплуатацию. Когда фермер собирается сеять первый раз, ему стоит обратиться за помощью к тем, кто уже имеет опыт посева в условиях отсутствия обработки почвы. Вот несколько советов для тех, кто планирует посев в условиях no-till впервые:

- озимая пшеница, озимый ячмень и рожь можно посеять после кукурузы, которая оставляет большое количество остатков, но нужно подождать несколько дней, пока остатки высохнут;
- соя, посеянная в остатках зерновых или кукурузы, может быть отличным вариантом из-за способности этой культуры ветвиться, что смягчает возможные ошибки при посеве, такие как пропуски и глубокое расположение некоторых семян;
- посев рапса в условиях большого количества растительных остатков затруднен. Возможно, потребуется удаление части остатков для облегчения посева;
- кукуруза, посеянная после позднего сбора сои, является реальной возможностью при условии, что остатки сои были распределены равномерно;
- кукурузу и подсолнечник можно посеять и после озимой покровной культуры при условии, что она была закончена за 2-3 недели до проведения посева, а высота не превышала 30 см.

Независимо от выбранного варианта, при выполнении посева в первый раз в условиях no-till, высевайте в оптимальных условиях влажности, избегайте посева в слишком влажной или слишком сухой почве. Глубина посева обычно меньше, чем в традиционном земледелии на 1-2 см, а скорость посева не превышает 8 км/час.

«Золотое» правило состоит в том, что фермер начинает увеличивать площадь под КСХ только после того, как понимает, что хорошо справляется с ситуацией, научился решать возникающие проблемы и не боится их. В противном случае он заявит, что система «не работает» и откажется от нее.

## 12.9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕВООБОРОТА С ПОКРОВНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

После того, как все предыдущие шаги были сделаны, фермер должен начать осваивать оптимальный севооборот. Оптимальный с точки зрения ожидаемого урожая, подавления сорняков, количества растительных остатков на поверхности почвы, экономической эффективности и управления рисками. После того, как был составлен рациональный севооборот, часть орудий для обработки почвы можно продать. Чем выше разнообразие культивируемых культур, тем лучше работает no-till. Разнообразие не может быть безграничным, поскольку нельзя использовать десятки культур. Диверсификация должна иметь



Фото 12.6. Озимая вика – одно из важнейших растений, выращиваемых как покровная культура

экономический фундамент, и наиболее эффективна, когда в севообороте, помимо основных культур, выращиваются и покровные.

Выращивание покровных культур в рамках хозяйств является одним из основных факторов, обеспечивающих устойчивость производственной системы. Признано, что это инновация, которая еще не принята в консервативном сельском хозяйстве многих стран мира. Мы должны признать, что не всегда легко найти «нишу» для выращивания покровных культур в севообороте, практикуемом каждым отдельным фермером.

Для разработки схем севооборота нам нужны фундаментальные знания о продуктивности зеленого и сухого вещества покровных культур, о том, как они соответствуют различным звеньям севооборота, каков будет оставшийся эффект оплодотворения и какой будет у каждой культуры покров, посеянный перед технической культурой (или основных культур в севообороте).

Управление покровными культурами в no-till полностью отличается от традиционного земледелия. Деформирующие катки с лезвиями, которые вращаются и уничтожают покровные культуры для получения зеленых удобрений, оставляя растительные остатки на поверхности почвы, являются важным инструментом в управлении покровными культурами.

### **12.10. НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ НАУКИ**

No-till – это система, которая имитирует природу. Изучение природы – бесконечный процесс. Даже по прошествии 50 лет после первых успешных опытов КСХ, никто не может утверждать, что полностью знает всю систему. No-till становится для фермеров философией, системой ценностей и образует новое сообщество людей, с одинаковыми взглядами и интересами. Хотя в опубликованных научных статьях содержится много информации, на местах ощущается недостаток знаний. Будьте готовы сотрудничать с другими фермерами, которые занимаются консервативным земледелием, для общего изучения и перенимания опыта! Фермер легко может пройти перечисленные выше этапы при внедрении КСХ, но в дальнейшем ему будет чрезвычайно трудно одному. Чтобы каждый мог воспользоваться знаниями и опытом друг друга, необходимо, чтобы все фермеры были открыты для общения и стремились постоянно учиться.

Внедрение консервативного сельского хозяйства может быть намного сложнее, чем показано в этой главе. Это непрерывный процесс без определенного конца. Отметив первые преимущества от внедрения КСХ, фермеры будут все время добавлять новые элементы, чтобы повысить выгоды, и способствовать появлению других, часто неожиданных преимуществ. На определенном этапе фермеры, стремящиеся к новым преимуществам, будут интегрировать растениеводство с животноводством, что даст не только возможность использования органических удобрений, полученных от животных, но и путем выпаса покровных культур. До тех пор фермеры должны хорошо освоить использование чисто посеянных покровных культур и особенно в смесях, выращивание многолетних трав в посевах, новые методы посева покровных культур и многое другое, что еще необходимо разработать и внедрить.

## 13. ВНЕДРЕНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. КОНКРЕТНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В предыдущих главах были изложены все аспекты консервативного сельского хозяйства. В следующей главе будут последовательно описаны работы, необходимые для перехода от традиционной системы сельского хозяйства к консервативному земледелию. После принятия решения о внесении изменений в практику ведения сельского хозяйства, после сбора урожая озимых и яровых культур, гороха на зерно и рапса, можно приступить к фактическому переходу к консервативному земледелию (см. схему 13.1).

**Агротехнические меры и приемы, которые проводятся в первый год сразу после уборки предшествующих культур.**

1. *Отбор проб и проведение анализа почвы для определения содержания подвижного фосфора в почве.* Эта мера обычно выполняется специализированными компаниями, которые берут образцы почвы, проводят их анализ и рекомендуют дозы фосфора для повышения содержания подвижного фосфора в почве до оптимального уровня для данного типа почвы.
2. *Оценка почвы на наличие компактного слоя почвы «плужная подошва».* Оценку можно проводить с помощью пенетрометра или путем определения объёмной массы почвы. Наиболее рациональное решение – обратиться за помощью к независимым специализированным компаниям, которые просто берут образцы почвы и предоставляют результаты. Компании, которые предоставляют только услуги по анализу почвы наиболее предпочтительны. «Выполнять или не выполнять глубокое рыхление» – должно быть рекомендацией специалиста. Агрономы, обладающие богатым опытом внедрения консервативного сельского хозяйства, настаивают на уничтожении «плужной подошвы» при помощи покровных культур.
3. *Внесение удобрений с помощью разбрасывателя.* После того, как была определена необходимость внесения удобрений, и позволяют погодные условия, равномерно внесите фосфорные удобрения по всей поверхности почвы.
4. *Заделка удобрений.* Будет проводиться с помощью дисковой бороны или орудием для глубокого рыхления. Внесение удобрений с помощью дисковой бороны будет осуществляться в случае, если нет необходимости проводить глубокое рыхление, так как не будет выявлено наличие «плужной подошвы», и в случае, если количество растительных остатков на поверхности не позволит проводить глубокое рыхление без предварительной обработки почвы дисковой бороной.
5. *Глубокое рыхление.* Глубокое рыхление для разрушения «плужной подошвы» будет выполняться с соблюдением требований, изложенных в предыдущей главе и орудием, предназначенным для этой обработки.

Мы можем рекомендовать два возможных варианта:

1. Вариант, в котором переход осуществляется посевом рапса.
2. Вариант, в котором переход осуществляется путем посева озимой пшеницы (см. схему 13.1).

**Агротехнические меры и приемы, которые проводятся в течение второго года, ранней весной.**

### Вариант 1

1. *Проведение системы предпосевной обработки почвы перед посевом ранних яровых культур.* Будут проведены все необходимые работы по проведению ярового сева в оптимальных условиях по традиционной технологии. Фермер будет использовать известные агротехнические приемы. Если осенью было проведено выравнивание

поверхности почвы, а наличие остатков на поверхности не препятствует проведению сева сеялкой фермера, то как только можно будет выйти в поле весной, будет проведен посев без выполнения дополнительных обработок.

2. *Посев.* Будет проводиться в условиях традиционного земледелия в оптимальных условиях обработанными семенами. Посев будет проводиться одновременно с внесением азотных удобрений.

#### **Вариант 2**

1. *Проведение системы предпосевной обработки почвы перед посевом поздних яровых культур.* Все работы, необходимые для посева кукурузы, будут выполняться в оптимальных условиях по традиционной технологии. Фермер будет использовать хорошо известные агротехнические приемы для получения богатого урожая кукурузы. Ограничений на используемую технологию не существует.
2. *Посев.* Будет осуществляться в условиях традиционного земледелия. Несмотря на то, что фермер приобрел сеялку для условий no-till, на интенсивно обработанной, рыхлой почве будет трудно провести посев кукурузы тяжелой сеялкой. В случае, когда почва обработана только дисками или плугом типа параплау, рационально проводить сев кукурузы тяжелой сеялкой для условий no-till (без обработки почвы). При посеве также будут вноситься азотные удобрения.

Во всех случаях подготовка почвы должна соответствовать требованиям культуры, а после сева поверхность почвы должна оставаться выровненной.

***Агротехнические меры и приемы, проведенные на втором году, спелость культуры – уборка урожая.***

#### **Вариант 1**

1. *Подготовка комбайна к уборке урожая.* Перед уборкой ярового ячменя нужно будет определиться, какую культуру будем сеять после ярового ячменя и какой сеялкой будем проводить посев. Уборка специальной жаткой, измельчение соломы или распределение цельной соломы (не измельченной), все эти возможные варианты повлияют на качество посева в условиях no-till. Сеялки для условий no-till могут использоваться с приспособлениями для удаления растительных остатков, резки растительных остатков (режущий диск) или только с сошником, который будет выполнять все функции. Перед тем, как приступить к уборке урожая, фермер должен четко представить себе, как он будет соотносить состояние остатков с сеялкой для качественного посева и получения дружных всходов.
2. *Уборка урожая ячменя.* Уборка урожая будет осуществляться с соблюдением всех правил обращения с растительными остатками.

#### **Вариант 2**

1. *Подготовка комбайна к уборке урожая.* В этот период нужно будет решить, как будет проводиться уборка кукурузы. Существует две возможности: а/ оставить измельченные растительные остатки за комбайном; б/ оставить прямостоячие стебли после комбайна. Если посеять озимые зерновые после кукурузы на зерно, то за комбайном останутся прямостоячие стебли, а также в том случае, если посеять подсолнечник и кукурузу. В случае, если посеять сою, оставляя измельченные растительные остатки после комбайна, вероятно, это позволит получить более равномерный рост всходов, чем если бы оставались прямые стебли. Во всех случаях мы ориентируемся на получение дружных всходов.
2. *Уборка кукурузы на зерно.* Уборка урожая всегда будет проводиться с соблюдением правил управления растительными остатками. Если вы планируете оставить прямостоячие стебли во время уборки урожая на некоторых полях, то уборку урожая следует начинать с них. Сухие стебли могут сломаться во время уборки урожая.

## **Фактический переход к консервативному сельскому хозяйству.**

### **Вариант 1**

1. Покупка сеялки.
2. Посев рапса в условиях no-till. После ярового ячменя будет высеваться рапс или озимая пшеница. Посев будет проводиться в те же календарные сроки, что и в традиционном сельском хозяйстве. Скорость посева – не более 8 км/час. Глубина посева – 3-4 см. Норма высева – рекомендуемая для традиционного земледелия и для используемого гибрида. Одновременно с посевом будут применяться минеральные удобрения. При расчете доз удобрений учитывается и потребность азота для разложения растительных остатков ячменя. Меры защиты от сорняков, болезней и вредителей, и другие мероприятия не отличаются от используемых в традиционном земледелии.

### **Вариант 2**

1. Покупка сеялки.
2. Посев озимой пшеницы в условиях no-till. Посев озимой пшеницы, сразу после уборки кукурузы на зерно, когда стебли кукурузы стоят прямо, можно проводить сразу после уборки. Посев будет осуществляться в тех же календарные сроки, что и в традиционном земледелии. Скорость посева – не более 8 км/час. Глубина посева – 3-4 см. Присутствие остатков кукурузы в больших количествах может вызвать трудности при посеве пшеницы, потому что осенью остатки могут быть влажными и могут быть вытолкнуты в посевную борозду, а не разрезаны сошником. Наряду с посевом будут применяться минеральные удобрения. При расчете доз удобрений также необходимо учитывать потребность в азоте для разложения остатков кукурузы. Меры защиты от сорняков, болезней и вредителей, и другие мероприятия не отличаются от тех, которые используются в традиционном земледелии.

Схема 13.1. Презентация перехода от традиционного сельского хозяйства к консервативному земледелию

#### **ЛЕТОМ, В ГОД УБОРКИ УРОЖАЯ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ (I переходный год)**

1. Отбор проб для определения содержания питательных веществ, особенно фосфора.
2. Оценка наличия «плужной подошвы».
3. Внесение удобрений.
4. Заделка удобрений.
5. Глубокое рыхление.

#### **ВАРИАНТ 1**

##### **Весной (II переходный год)**

1. Система предпосевной обработки почвы перед посевом ранних яровых культур.
2. Посев ярового ячменя.

##### **Созревание – уборка урожая (лето)**

1. Подготовка комбайна.
2. Уборка ярового ячменя.

##### **Собственно, переход к консервативному земледелию (лето)**

1. Покупка сеялки.
2. Посев рапса в условиях no-till.

#### **ВАРИАНТ 2**

##### **Весной (II переходный год)**

1. Система предпосевной обработки почвы перед посевом поздних яровых культур.
2. Посев кукурузы на зерно.

##### **Созревание – уборка урожая (осень)**

1. Подготовка комбайна.
2. Уборка кукурузы на зерно.

##### **Собственно, переход к консервативному земледелию (осень)**

1. Покупка сеялки.
2. Посев озимой пшеницы в условиях no-till.

## 14. ЗНАЧЕНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И ЗАЛУЖЕНИЯ

Республика Молдова является одной из самых неблагоприятных стран Европы и Центральной Азии с точки зрения высокой степени уязвимости к изменению климата. Анализ национальных климатических данных определил, что средняя частота засух в республике в течение 10 лет составляет 1-2 засухи на севере, 2-3 засухи в центральной части и 5-6 засух в южной части страны. За последние три десятилетия частота засух увеличилась. Внедрение принципов консервативного сельского хозяйства наряду с другими передовыми дополняющими сельскохозяйственными практиками, такими как посадка лесных полос и залужение пространства между рядами в многолетних насаждениях, существенно поможет смягчить негативные последствия изменения климата.

### 14.1. ЗНАЧЕНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

**Защитные лесные полосы** – это искусственные лесные формации, созданные для защиты сельскохозяйственных угодий, водохранилищ, дорог и поселений человека от вредных факторов. В данном случае полезащитные лесные полосы рассматриваются как предназначенные для защиты многолетних насаждений и полей от засухи, жары, водной и ветровой эрозии. Значение лесных полос исходит из преимуществ, генерируемых для фермеров, окружающей среды и общества.

*Уменьшение скорости ветра.* Защитные лесные полосы непосредственно влияют на скорость и структуру ветровых потоков. Лесная полоса – это барьер для ветровых потоков, который тормозит и вызывает деформацию ветровых течений. Скорость ветровых потоков уменьшается в момент сближения с той стороны, в которую они бьются в результате столкновения с полосой. Сразу после защитной полосы или на расстоянии 3-5 Н (Н-расстояние от лесной полосы) от нее (в зависимости от проницаемости) происходит самая большая остановка скорости ветра в результате расходования кинетической энергии на аэродинамическое торможение, трение деревьев и их механическое встряхивание. Принято считать, что снижение скорости ветра на 10% уже вызывает заметное увеличение урожая. Лесные полосы, в зависимости от высоты, по-разному снижают скорость ветра. Компактные лесные полосы не пропускают сквозь них ветер, создавая позади почти безветренную зону. Полупроницаемые полосы обычно позволяют ветру проходить среди них, уменьшая их интенсивность (наиболее рекомендуемый тип полос после компактных (плотных) для защиты полей). Проницающие полосы – это тип полос, через которые легко проникает ветер сквозь кроны деревьев. Н. В. Ромашев (1958) в условиях Республики Молдова определил, что полосы высотой 2,5 м уменьшают скорость ветра на расстоянии 100-150 м в направлении ветра и на расстоянии 15-20 м в направлении, откуда дует ветер, а высотой 5-9 м соответственно 200-300 м и 50-75 м. В зоне влияния лесных полос микроклимат меняется в сторону смягчения его континентальности.

*Изменение температуры почвы и воздуха.* Изменение скорости ветра и турбулентный обмен лесными полосами несет за собой и изменения в обмене температурой между почвой, нижними и верхними слоями воздуха. В более спокойных местах температурный обмен недостаточен. Это способствует повышению температуры в дневные часы и понижению в ночные часы, то есть при приближении к лесной полосе увеличивается амплитуда колебаний температуры. В целом, лесные полосы обладают согревающим эффектом. Наиболее выраженной наблюдается у непроницаемых полос, по сравнению с открытым полем. Повышение температуры воздуха, по сравнению с открытым полем, может достигать 3°C, а почвы – на 4-5°C. Проницаемые лесные полосы меньше всего влияют на изменение температуры по сравнению

с другими полосами. Влияние лесных полос на температуру воздуха более выражено в ясное, сухое и жаркое время и практически не проявляется в пасмурные дни и с большим количеством осадков. В весенне-осенний период согревающий эффект лесных полос имеет положительное значение для увеличения прорастания семян и равномерного появления всходов, а для теплолюбивых культур, особенно в северных районах, на протяжении всего периода вегетации.

*Повышение влажности воздуха и почвы.* На участке, защищенном сетью лесных полос, абсолютная и относительная влажность воздуха в прилегающем к почве пространстве выше, чем в открытом поле. Влажность воздуха имеет определенную связь с испарением и транспирацией. Это зависит от температуры и обмена воздухом. Благодаря этим факторам лесные полосы влияют на влажность воздуха. На полях между лесными полосами относительная влажность воздуха выше на 1-3%, а во время засух – до 10% (иногда и больше, по сравнению с открытыми полями). Весной, в защищенном лесными полосами пространстве полей, улучшение водного режима почвы происходит за счет усвоения воды из снежных отложений, а в теплое время года – за счет уменьшения испарения. Наибольшее количество воды и самое глубокое увлажнение почвы наблюдается весной в защитных лесных занавесках и прилегающих к ним зонах с обеих сторон, где скопились слои снега. Длина участка с большим запасом воды в почве, как правило, соответствует длине снежных слоев вдоль лесных полос. Из-за более толстого слоя снега, уменьшения поверхностных стока и испарения воды, почвы на полях между защитными полосами пропитываются влагой на 10-30% больше, чем на открытых. Количество воды, обеспечивающей дополнительное увлажнение почвы из-за влияния лесных полос, составляет около 28 мм.



Фото 14.1. Системы полезащитных лесных полос

*Снижение непродуктивного испарения.* Эвапотранспирация представляет собой потерю воды, которая испаряется из почвы и растений в течение определенного периода времени. В системе полезащитных лесных полос всегда испарение менее интенсивно, по сравнению с открытыми участками. Это связано с уменьшением скорости ветра, высокой влажностью воздуха и низким турбулентным обменом. Названные факторы определяют размер возможного испарения в условиях непрерывного обеспечения водой поверхности испарения. За счет снижения скорости ветра и турбулентного обмена в условиях повышения влажности воздуха, под защитой лесных полос испарение уменьшается на 15-20%. Расстояние и степень влияния лесной полосы на испарение согласуются с изменением скорости ветра, но испарение уменьшается относительно меньше, чем скорость ветра, примерно на 10%. Влияние лесных полос на испарение, соответственно, как и на скорость ветра, проявляется сильнее и распространяется на большее расстояние при перпендикулярном смещении ветра. Различные изменения испарения также изменяется под воздействием различных конструкций лесных полос. Полупроницаемые лесные полосы уменьшают испарение на расстоянии до 20 Н, а проницаемые до 12 Н. В засушливые годы влияние лесных полос проявляется сильнее и на большем расстоянии, чем в годы, обеспеченные осадками. Особый интерес представляет суммарное потребление воды из активного слоя почвы для образования единицы урожая. Такие расчеты с использованием многолетних данных показали, что суммарное потребление воды в открытых полях было на 1,5-1,7 больше, чем в полях между лесными полосами.

*Равномерное удержание и распределение на поверхности снега.* Лесные полосы являются наиболее стабильными средствами для удержания снега. В среднем, по сравнению с открытыми полями, накапливается на 20-50% больше снега. Под действием ветра происходит перераспределение снега на поверхности между лесными полосами. Самый толстый слой снега оседает на краю лесных полос или на определенном расстоянии от них, там, где происходит максимальное снижение скорости ветра. Конструкция, возраст и расположение защитных полос влияют на распределение и удержание снега. В годы с обильным снегом хорошо спроектированные лесные полосы обеспечат равномерное распределение снега по полю, таким образом захватывая дополнительную влагу в почве, которая затем может способствовать увеличению урожая. На открытой местности снег сдувается на расстоянии 2-3 километров от места выпадения. Снежный покров в качестве теплоизоляционного слоя защищает почву от глубокого переохлаждения и вымораживания, обеспечивая лучшие условия перезимовки озимых культур. При высоте снежного покрова 50 см температура в почвенном слое 0-10 см была равна  $-0,8^{\circ}\text{C}$ , а глубина промерзания – 20 см, при высоте слоя менее 30 см, соответственно  $-5,5^{\circ}\text{C}$  и 60 см.

*Уменьшение эрозии, сохранение и повышение плодородия почв.* Сильные ветры вызывают разрушение горизонта плодородной почвы, перемещая частицы почвы на огромные расстояния. В результате пыльных бурь мелкие частицы почвы переносятся ветром на большие расстояния. Из-за пыльных бурь потери почвы достигают огромных размеров. Параллельно с потерей плодородия почв, эрозия ветра вызывает ухудшение и уничтожение посевов в результате зачистки корней, выдувания и покрытия мелкими частицами почвы. Лесные полосы, смягчающие силу ветра, существенно уменьшают или полностью предотвращают выдувание почвы и защищают почвы от ветровой эрозии. Чтобы полностью остановить ветровую эрозию, необходимо, чтобы скорость ветра не превышала допустимый предел, который находится между 6-15 м/с.

Лесные полосы также играют важную роль в борьбе с водной эрозией. Можно выделить две основные функции полос на склонах.

1. Функция регулирования стока – проявляется в удержании части стока и придание движение не удержанной части в желаемом направлении путем эвакуации в гидрографическую сеть с использованием гидротехнических сооружений и залуженных водосливов (Волощук, 1986, 1990).



2. Функция адсорбции воды и заиления, которая состоит из адсорбции почвой просачивающейся воды, протекающей через полосу и удержания (заиления) твердых отложений. Важную роль играет ширина и плотность полос, их флористический состав, мощность лесного войлока, физические свойства почвы, прежде всего структура и водопроницаемость.

В многочисленных исследованиях наблюдались изменения в морфологических признаках почв под воздействием лесных полос, таких как: повышение гумусового горизонта, повышение интенсивности цвета и снижение линии вскипания. Самые глубокие изменения происходят в лесных полосах, особенно в старых. В некоторых исследованиях сообщается о положительном влиянии лесных полос на структуру почвы и количество водопрочных агрегатов. Были установлены различия в способности почвы к сохранению влаги. На выщелоченном черноземе запас воды на уровне полевой влагоёмкости в слое почвы 0-150 см на расстоянии 35 м от лесных полос составил 492 мм, а на расстоянии 335 м – 465 мм. В связи с более гармоничным ростом и развитием сельскохозяйственных культур, в пространстве между лесными полосами сельскохозяйственные растения оставляют за собой больше растительных остатков. Изменение почвообразующих условий под воздействием лесных полос также влияет на химические и физико-химические свойства почвы. Положительное влияние лесных полос на содержание гумуса и на качественный состав гумуса наблюдается у всех видов черноземов. С увеличением гумуса и приближении к лесным полосам повышается общее содержание азота, фосфора и гидролитической кислотности, снижается рН. Под защитой защитных лесных полос создаются более благоприятные условия для микробиологических процессов в почве, положительно влияющих на количество и активность микрофлоры.

*Приостановление и нейтрализация загрязняющих веществ.* Полезащитные лесные полосы способствуют остановке, разбавлению и нейтрализации загрязняющих веществ независимо от их характера. Деревья, кустарники и травянистые растения, которые образуют полезащитные лесные полосы для защиты полей, фильтруют и очищают загрязненный пылью воздух или различные осадочные частицы, а также токсичные вещества, выделяемые промышленными установками, животноводческими фермами, и транспортом.

Очистка осуществляется путем:

- седиментация способствует уменьшению скорости ветра под короной и в прилегающем пространстве;
- удержание взвешенных частиц за счет фильтрующего действия листового аппарата;
- фиксация токсичных газов посредством обменных процессов.

Деревья и кустарники обладают способностью снижать уровень шума, ослабляя звуковые колебания во время их прохождения через ветви или листву, обладая гораздо большим акустическим сопротивлением, чем воздух. Кроны деревьев и кустарников отражают и рассеивают почти 75% звуковой энергии, а остальные 25% поглощают ее.

*Гармоничное развитие многолетних насаждений.* Высокая эффективность лесных полос при увеличении урожая многолетних насаждений наблюдается во многих регионах мира. Не только лесные полосы, но и сами фруктовые деревья способствуют изменению скорости ветра. Однако первостепенное значение имеют лесные полосы, у которых высота гораздо выше, чем у фруктовых деревьев. Снижение скорости ветра также влияет на отложения снега. Под защитой лесных полос в садах накапливается больше снега, в результате чего многолетние насаждения лучше выдерживают низкие зимние температуры и повышают урожайность. В ряде исследований отмечается, что вблизи лесных полос, урожай фруктов и винограда увеличивается и становится более стабильным, но при удалении от лесных полос размер урожая уменьшается, и колебания год от года растут. Наиболее благоприятное влияние на рост и состояние садов оказывает система лесных полос, которая включает в себя защиту со всех сторон лесными полосами и линиями от ветра между секциями. Уникальные лесные полосы также положительно влияют на рост и состояние плантаций, немного меньше, чем вся система в целом. Особенно важна роль лесных полос в период созревания плодов. Защищая сад от ветра, они уменьшают количество упавших под его воздействием фруктов. При полной защите сада соотношение опавших

плодов из-за ветра к общему урожаю составляет 3-12,5, при частичной защите – 30-34%; наименьшее количество опавших плодов наблюдалось вблизи лесной полосы.

*Повышение урожая и качества.* Лесные полосы, в некоторой степени влияющие на экологию полей, влияют на рост и урожай сельскохозяйственных культур, что, в конечном счете, является основным критерием при оценке улучшающей роли лесных полос. Поскольку фактором, ограничивающим урожай сельскохозяйственных культур, является влажность, успех выращивания сельскохозяйственных культур под защитой лесных полос связана с улучшением обеспечения водой и благоприятным микроклиматом. Исследования, проведенные сотрудниками Экспериментальной лесной станции (на территории Молдовы, экс-МССР) (ЭЛС) в 1976-1983 годах, определили, что наиболее значительное влияние лесных полос на урожай проявляется в неблагоприятные годы для выращивания озимой пшеницы, кукурузы на зерно, и подсолнечника. Прирост урожайности под защитой лесных полос составил: 4,5 ц/га при возделывании озимой пшеницы, 5,5 ц/га – кукурузы на зерно и 4,6 ц/га – подсолнечника, соответственно – 24,2 %; 23,3%; 33,1% урожая не защищенных (открытых) полей.

Таблица 14.1. Влияние защитных лесных полос на урожай культур в разные годы по климатическим условиям (Paladiiciuc A.F., 1986)

Условия года	Средний урожай, ц/га		Прирост	
	под защитой лесных полос	в открытом поле	ц/га	%
Озимая пшеница				
Благоприятные	40,9	38,2	2,7	7,1
Недостаточно благоприятные	32,1	28,3	3,8	13,4
Неблагоприятные	23,1	18,6	4,5	24,2
Кукуруза на зерно				
Благоприятные	50,0	45,7	4,3	9,4
Недостаточно благоприятные	48,1	40,9	7,2	17,6
Неблагоприятные	29,1	23,6	5,5	23,3
Подсолнечник				
Благоприятные	27,0	24,4	2,6	10,7
Недостаточно благоприятные	21,2	17,8	3,4	19,1
Неблагоприятные	18,5	13,9	4,6	33,1

Положительное влияние лесных полос сохраняется и в условиях орошения. Исследования, проведенные в ЭЛС, демонстрируют положительное влияние лесных полос на сырую клейковину и массу 1000 зерен озимой пшеницы и содержание масла в подсолнечнике.

*Источник древесной массы.* Защитные лесные полосы являются источником энергетического и строительного материала. Согласно оценкам, проведенным в течение 20-25-летнего цикла, один гектар лесной растительности в сети лесных полос может обеспечить в случае адекватного ухода в среднем 4-6 м<sup>3</sup>/год древесины.

*Источник недревесных продуктов.* Защитные лесные полосы являются источником недревесных продуктов, таких как плоды, дикie ягоды, грибы, лекарственные растения. В случае правильного управления лесными полосами они могут стать источником дохода и источником высококачественной пищи с исключительными вкусовыми качествами.

*Увеличение опыления и медовая база.* Лесные полосы влияют как на распределение вредителей культурных растений, так и на их естественных врагов. На участках, защищенных лесными полосами, больше опыляющих насекомых, чем на открытых участках. Это во многом связано с наличием видов растений, которые постепенно расцветают в лесных полосах. Лесные полосы, где скорость ветра ниже, являются безопасным местом для полета пчел. Полет пчел (*Apis mellifera*) тормозится ветром со скоростью от 6,7 до 8,9 м/с (Norton, 1988). Кроме того, защитные лесные полосы служат укрытием для пчелиных семей в теплое время года.

*Вклад в сохранение биоразнообразия.* Широкое разнообразие видов в защитных лесных полосах обеспечивает среду обитания и источники пищи для диких животных. Виды растений, которые цветут в разное время года, старые кустарники с дуплами и более безопасным источником питания, существенно увеличивают биоразнообразие. Лесные полосы обеспечивают необходимую среду обитания для животных и птиц, в том числе тех, которые находятся под угрозой исчезновения. Кроме этого, лесные полосы являются убежищем для всех видов, которые страдают от такого антропогенного воздействия, как сельскохозяйственные работы, применение пестицидов и т.д., и нуждаются в убежище. Сохранение и повышение биоразнообразия в хозяйствах посредством лесных насаждений способствует созданию более здоровых экосистем благодаря распространению естественных врагов вредителей сельскохозяйственных культур (различных видов насекомоядных, включая беспозвоночных, летучих мышей, птиц, рептилий). Внедрение принципов комплексного управления вредными организмами позволяет с первых лет после посадки лесных полос уменьшить количество средств защиты растений, используемых на полях между лесными полосами, и получить более чистые продукты с экологической точки зрения.

*Смягчение последствий изменения климата.* Защитные лесные полосы могут помочь смягчить последствия изменения климата и секвестрировать огромное количество углерода. По оценкам, каждые 1000 га посаженных лесных полос секвестрируют около 50 тонн CO<sub>2</sub> в возрасте 20 лет, количество которого увеличивается с возрастом деревьев. Количество углерода и уменьшение последствий изменения климата усиливаются при использовании консервативного сельского хозяйства в пространстве между рядами защитных лесных полос.



*Фото 14.2.* Соевое поле, возделываемое в соответствии с принципами консервативного земледелия вблизи лесной полосы

*Сохранение, стабилизация и улучшение ландшафта.* Защитные лесные полосы благодаря своему благотворному влиянию способствуют сохранению почвенных, водных и воздушных ресурсов в сельском ландшафте. В результате комплексных действий повышается биоразнообразие и смягчается континентальность климата. Снижение водной и ветровой эрозии способствует стабилизации экосистем между лесными полосами. Защитные лесные полосы, включенные в местную и национальную систему благодаря благотворному влиянию, изменяют и улучшают сельский ландшафт. А также придают ему привлекательность с эстетической точки зрения.

## 14.2. ЗНАЧЕНИЕ ЗАЛУЖЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ

Консервативное земледелие способствует смягчению последствий изменения климата путем его широкого внедрения на пахотных землях с применением основных принципов. Консервативное земледелие как с/х подход применимо и на плантациях фруктовых деревьев, кустарников и виноградников. Принцип консервативного земледелия – постоянное поддержание почвы, покрытой растительными остатками или покрывающими культурами – в плодородии и виноградарстве достигается *залужением*.



Фото 14.3. Залужение в винограднике

*Искусственное залужение* заключается в выращивании в междурядьях многолетних злаковых и бобовых, или только злаковых, которые периодически скашиваются, а измельченная растительная масса остается на месте, как мульча.

*Контролируемое естественное залужение* состоит в поддержании между рядами трав спонтанной флоры, менее вредных для культивируемых видов. Значение сохранения залуженной почвенной поверхности обусловлено благотворным влиянием на почву, устойчивым развитием отрасли и увеличением доходов фермеров.

### **Залужение способствует:**

*Повышению плодородия почвы, улучшению структуры и водоудерживающей способности.*

Сохранение залуженной почвенной поверхности, минимизация обработки почвы, добавление органического вещества – все эти факторы помогают сохранению плодородия почвы, а в случае увеличения органического вещества, и повышению. Благодаря липким веществам, производимым корнями, и связанным с почвой организмам, соединяются частицы почвы, улучшая ее структуру. При улучшении структуры увеличивается способность удержания воды.

*Способствует увеличению массы полезных организмов в почве,* в том числе некоторых бактерий, грибов и дождевых червей. В результате увеличения органического вещества на поверхности и внутри почвы благодаря корневой системе, увеличивается масса и количество полезных организмов. Длительное сохранение залуженной и необработанной почвы способствует размножению грибов и дождевых червей, которые вносят исключительный вклад в восстановление структуры почвы и, возможно, сохранение в ней углерода.

*Перехвату и переработке питательных веществ.* Травянистые растения имеют свойство захватывать (использовать) количество нитратов, которые оставались неиспользованными основной культурой. При гибели корней или при скашивании травы количество нитратов высвобождается при разложении. Разложение скошенной массы и доступность азота находится в прямой корреляции с фазой скашивания. При раннем скашивании разложение происходит быстро и доступность азота высокая. Бобовые растения, введенные в смесь, могут фиксировать азот и иметь возможность сделать его доступным для растений. Грибная микориза помогает обеспечить растения фосфором.

### **Микориза и садовые растения**

Микориза (myc = грибы, rhizae = корни) – это почвенные грибы, которые имеют мутуалистические или симбиотические отношения с другими растениями, в том числе с садовыми растениями. Микориза принимает форму гиф, которые прикрепляются к корням растений и распространяются в почвенной среде. Это позволяет корням растений распространение на намного большей почвенной поверхности, чем это было бы без микоризы. (Phillips, 2011). Посредством микоризы высшие растения получают выгоду от улучшенного поглощения воды, более высокого усвоения питательных веществ и большей устойчивости к биотическому и абиотическому стрессу (Swierczynski и др., 2010). Не все исследования микоризы и садовых растений показывают улучшение роста и урожая деревьев (например, Correa и др., 2008), но большинство из них оказывают скромное влияние на названные показатели, включая выживаемость деревьев (Schubert, A., Lubraco, G., 2000).

Благодаря им многолетники, деревья и виноградники могут максимально использовать микоризирующие ассоциации, по сравнению с однолетними культурами, выращиваемых на обработанной почве. Обрабатываемые почвы менее благоприятны для накопления микоризы. Микориза хорошо развивается в среде с высоким содержанием углерода. Древесная мульча, имитирующая условия лесной подстилки, особенно благоприятна для развития микоризы кустарника, типа микоризы, связанной с деревьями.

Многие фермеры хотят знать, нужно ли или выгодно обрабатывать молодые плодовые деревья арбускулярными микоризами при посадке. В общем, ответ – нет. Нет необходимости обрабатывать, так как большинство почв содержат по крайней мере несколько полезных органов размножения микоризы. Если она присутствует (или привнесена с деревьями), она будет быстро расти в нормальных условиях сада. Лучшее, что фермер может сделать для улучшения микоризы в своем саду, это избежать обработки почвы и обеспечить углеродом в форме органической мульчи.

Источник: Guy K. Ames, Rex Dufour «Soils and Sites for Organic Orchards and Vineyards», 2017

*Уменьшает эрозию и стабилизирует почву.* Основное значение залужения поверхности между рядами заключается в уменьшении эрозии и стабилизации почвы. Благодаря плотному ковру, образованному травами, почва защищена от дождя, ветра и размывов. Корневая система как сетка закрепляет частицы почвы и фиксирует их. Потери почвы из-за ветровой и водной эрозии, а также стока на травянистых поверхностях с многолетними травами сведены к минимуму.



Фото 14.4. Залужение в яблоневоm саду

Увеличивает проницаемость почвы для воды и предотвращает образование корки на поверхности почвы. Листья травянистых культур перехватывают капли дождя, предотвращая их попадание в почву и рассеивание частиц. Вода легко проникает в землю под действием силы тяжести, не встречая никаких препятствий на пути. Корневая масса травяных культур добавляет органическое вещество, полезное для деятельности почвенных микроорганизмов, а также создает поры в почве по мере их гибели. Благодаря хорошо развитой листве, на поверхности почвы не образуется корка и поддерживается благоприятный воздушный режим.

Уменьшает количество и интенсивность стока воды. Сток воды от ливневых дождей может быть уменьшен на 90% с помощью осенних посевов. Залужение уменьшает эрозию за счет улучшения проникновения воды и замедления стока воды по склонам.

Метод борьбы с однолетними сорняками. Плотный травяной ковер может эффективно заглушить однолетние однодольные и двудольные сорняки, если многолетние травы были посеяны осенью, укоренились и заняли все пространство между рядами. Ранние весенние травы могут легко конкурировать с сорняками за факторы вегетаций. При посеве трав весной возникает риск прорастания. Для того чтобы прополка между рядами остановила сорняки, необходимо, чтобы при подготовке почвы для создания сада, различными методами, в том

числе механическим и химическим, были уничтожены многолетние корнеотпрысковые и корневищные сорняки.

*Благоприятные условия для перемещения сельскохозяйственной техники для выполнения различных работ.* Залужение пространства между рядами многолетних насаждений сокращает период ожидания выхода в поле после дождя или после таяния снега, и позволяет выполнять работы в очень сжатые сроки. Благоприятные условия для передвижения машин особенно важны при проведении фитосанитарных обработок и уборке урожая.

*Способствует секвестрации углерода в почве.* Недавние исследования показывают, что посеvy многолетних однодольных трав способствуют секвестрации углерода и сокращению выбросов CO<sub>2</sub>. Это явление связано с развитой корневой системой многолетних трав.

*Эстетическое улучшение сельской местности.* Рациональное использование покровных культур может быть эстетически приятным. Этот аспект является чрезвычайно важным для многих виноградников, особенно если они расположены вблизи винзаводов, которые часто посещают туристы. Использование широкого разнообразия покровных культур с разным периодом цветения позволит избежать скучного внешнего вида в определенные времена года.

Залужение, если им не управлять должным образом, может вызвать и некоторые негативные ситуации. Наиболее распространенная – конкуренция за воду между основной культурой и растением, используемым в качестве покровной культуры. Как результат – возможно уменьшение урожая основной культуры. Конкуренция за питательные вещества также может иметь схожие последствия, как и проблемы, связанные с тепловым режимом почвы и защитой плантаций от вредителей.

## 15. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

### 15.1. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Консервативное земледелие представляет собой систему обработки почвы, при которой не используются механические работы (дискование, вспашка, боронование и т. д.) для сохранения высокого уровня влажности в почве в условиях севооборота в качестве ресурса для накопления органических веществ. Органические остатки, оставленные после сбора урожая, представляют собой органический слой, покрывающий почву, защищающий ее от эрозии и нагрева, и поддерживающий влажность. В настоящее время покрытие почвы органическим веществом является единственным решением, определенным учеными как метод защиты от высоких температур и изменений климата. В таких условиях выращивание сельскохозяйственных культур происходит напрямую, без предварительных технологических работ, по технологии, известной как *no-tillage* или *no-till*, т.е. без обработки почвы.

Независимо от политической или социальной необходимости внедрения консервативного земледелия на региональном или государственном уровнях, каждого отдельного фермера невозможно заставить отказаться от одной системы производства и перейти на другую. Только экономическое обоснование может убедить производителя в том, что консервативное земледелие более выгодно, чем традиционное. Преимущества могут быть разные – природные, финансовые или социальные, но основными мотивирующими факторами для агрария станут рост урожайности, снижение затрат, сокращение рабочего времени, уменьшение срока окупаемости инвестиций и т. д. В Таблице 15.1 представлен профиль преимуществ и затрат, связанных с консервативным земледелием. Различия между местным, национальным и глобальными воздействиями важны, поскольку дают возможность улучшить национальные или глобальные программы, которые поддерживают внедрение консервативного земледелия. Особенно значимы преимущества на национальном уровне, так как они влияют на политику государства в этой области. Согласно мнению некоторых ученых, предотвращение потерь, вызванных эрозией почвы, в США в природоохранных зонах составило от 90,3 млн \$ до 288,8 млн \$ (Ugi и др., 1999).

С точки зрения фермера, преимущества консервативного земледелия могут быть либо локальными (частными), либо внешними (уменьшение загрязнения окружающей среды, улавливание углерода и т. д.). Таблица 15.1 также демонстрирует, что, хотя многие расходы, связанные с внедрением консервативного земледелия, накапливаются на уровне фермеров, их преимущества относительно невелики. Таблица 15.1 подтверждает, что существуют расхождения между социальной необходимостью КСХ и привлекательностью его организации.

Лишь немногие исследования рассматривали экономические преимущества применения консервативного земледелия в конкретных агроэкологических областях в сравнении с развитыми регионами, такими, как Северная Америка. Некоторые показатели свидетельствуют, что использование *no-till*, по сравнению с обычными технологиями, дает производителю незначительные преимущества. Таким образом, несмотря на высокую прибыль при использовании консервативного земледелия, неспособность воспользоваться преимуществами на региональном и национальном уровнях, означает, что фермеров, готовых перейти на новую систему, значительно меньше, чем могло бы быть.

Другие исследования выявляют компромисс между экономической эффективностью и целостностью окружающей среды путем принятия все более интенсивных методов ведения сельского хозяйства. Считается, что при *no-till* – более высокая урожайность, чем в традиционном сельском хозяйстве, что снижает индекс экологической опасности (*environmental hazard*



index) с 78,9 до 64,7. Индекс учитывает риск эрозии почвы, потери фосфора и азота, и потенциального загрязнения пестицидами. Благодаря более длительному включению покровных культур и замене удобрений навозом, вариант консервативного земледелия становится менее прибыльным, чем традиционное земледелие.

Таблица 15.1. Преимущества и затраты, связанные с консервативным земледелием и его распространением

Преимущества и затраты	На уровне организации	На региональном уровне	На национальном уровне
Преимущества			
Снижение затрат: труда, времени, топлива	+		
Повышение плодородия, удержание влаги в почве с целью повышения продуктивности, снижение ущерба для урожая и повышение продовольственной безопасности	+	+	
Устойчивость почвы к эрозии и оползням		+	
Уменьшение загрязнения грунтовых вод и на поверхности почвы		+	
Улучшение стока воды в реках, уменьшение наводнений, осушения водохранилищ		+	
Пополнение водоносных горизонтов в результате высокой степени проникновения воды в почву		+	
Уменьшение загрязнения воздуха вследствие обработки почвы		+	+
Снижение выбросов углерода в атмосферу			+
Сохранение биоразнообразия суши			+
Затраты			
Приобретение необходимого оборудования для технологии <i>no-till</i>	+		
Борьба с вредителями из-за изменения способа управления культурами	+		
Получение новых знаний в области управления консервативным земледелием	+		
Дополнительное применение гербицидов	+	+	
Повышенный риск, воспринимаемый фермерами из-за технологической неопределенности		+	
Разработка соответствующих программ обучения для фермеров		+	

Источник: (ФАО, 2001)

Таблица 15.2. Экосистемные функции почв в природоохранном сельском хозяйстве и глобальные последствия неприятия консервативного земледелия

Функции почвенной экосистемы	Глобальные или региональные последствия деградации почв
Поддержание домашних растений и животных	Сокращение продукции растениеводства и животноводства, необходимость международного вмешательства
Поддержание дикой среды обитания	Сокращение глобального биоразнообразия
Источник питательных веществ для человека	Недостатки и заболевания, связанные с нарушением питания, необходимость международного вмешательства
Умеренность гидрологического цикла и защита бассейнов	Наводнения, оползни и проблемы с отложениями, плохая инфильтрация и сокращение урожая
Удаление отходов	Утрата значительного биоразнообразия почвы и земляных червей, накопление отходов в глобальном масштабе
Регулирование атмосферного воздуха и элементарных циклов	Высвобождение парниковых газов и глобальное потепление в результате устранения органического вещества

Источник: (ФАО, 2001)

Общемировая обеспокоенность деградацией почв помогает поддержать аргумент в пользу вмешательства на международном уровне. Этот аргумент основывается не только на беспокойстве о том, что происходит на уровне конкретной страны, но и на возможных издержках, связанных с деградацией почвы на региональном и глобальном уровнях. Иными словами, преимущества, получаемые от принятия консервативного земледелия и других технологий улучшения почвы, имеют глобальное значение. В Таблице 15.2 представлена классификация

экосистемных функций, связанных с почвенными ресурсами, которые имеют глобальное измерение.

Таблица 15.2 демонстрирует, что существуют потенциальные глобальные преимущества, связанные с принятием консервативного земледелия. Например, связь между улавливанием углерода в почве и глобальным потеплением, поскольку длительный захват углерода в органическом веществе снижает углеродную нагрузку в атмосфере. Однако преимущества, связанные с улавливанием углерода в почве, могут быть неочевидными, если деградация почвы приводит к переносу углерода из одного места в другое без чистого высвобождения в атмосферу.

Отсутствие устойчивого управления почвами и их деградация ведут к потере сельскохозяйственных культур и животных, что может спровоцировать региональные или глобальные последствия (беженцы, голод и т. д.). Если вовремя не предпринять определенных мер, эти ресурсы станут неэффективными на уровне страны, хотя своевременное принятие консервативного земледелия или другой практики могло бы помочь избежать подобной ситуации. Кроме того, земли, обрабатываемые с помощью методов консервативного земледелия, помогают поддерживать наземную дикую природу и микрофауну почвы, которые являются важными компонентами глобального биоразнообразия, о чем свидетельствует открытие пеницилина и стрептомицина. Таким образом, сохранение и надлежащее управление почвой могут иметь ряд преимуществ, на которые индивидуальный фермер не рассчитывает, но которые в конечном итоге ведут к реальным улучшениям глобальной окружающей среды.

## **15.2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСЕРВАТИВНОГО И ТРАДИЦИОННОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Технология no-till становится все более известной и практикуемой в среде отечественных фермеров. Важной для этого процесса организацией является IFAD – Международный фонд сельскохозяйственного развития, обеспечивающий финансовую и техническую поддержку заинтересованных лиц. Однако основные проблемы, возникающие у фермеров при применении новой системы, связаны с финансовыми возможностями и следующими вопросами: «Какова экономическая эффективность технологии?», «Каковы затраты на единицу продукции?», «Каким будет период окупаемости инвестиций?» и т.д. На некоторые из них мы попробуем ответить.

В одном из первых комплексных финансовых анализов консервативного земледелия на крупных предприятиях в развитых странах (Crosson, 1981) сравнивались затраты на производство в традиционном и на производство в консервативном сельском хозяйстве в США. Более поздние анализы, как правило, подтверждают вывод, что консервативное земледелие более затратно, в сравнении с традиционным, но специфические региональные условия могут изменять эти показатели различными способами. Ниже изложены факторы, влияющие на издержки производства, которые лежат в основе этих общих выводов.

### **Затраты на сельскохозяйственное оборудование и механизированные работы.**

Это самая важная статья расходов для крупных производителей, поэтому влияние консервативного земледелия на эти составляющие имеет решающее значение. Большинство аналитических работ демонстрируют, что консервативное земледелие снижает затраты на оборудование. Нулевое или минимальное механическое нарушение почвы означает, что фермеры могут использовать более маленький трактор и делать меньше проходов по полю. Это снижает затраты на топливо и ремонт. Однако такой упрощенный взгляд маскирует некоторые сложности. Например, фермеры могут рассматривать систему консервативного земледелия как дополнение, а не как полную замену существующим методам. Если они лишь частично используют методы КЗ (например, на некоторых полях или в течение ряда лет), то их затраты

на технику могут возрасти, поскольку в этом случае им либо необходимо предусмотреть две системы культивирования, либо неэффективно использовать имеющиеся машины на полях консервативного земледелия.

Учитывая эти факторы, экономисты различают краткосрочные и долгосрочные издержки. Если первые не вносят никаких корректировок на существующее капитальное оборудование, то вторые такую корректировку предполагают. Сравнительное исследование консервативного и традиционного земледелия (Mueller и др., 1985) продемонстрировало, что средний показатель краткосрочных издержек при использовании КЗ превысил средний показатель долгосрочных примерно на 7%. То есть средний показатель краткосрочных затрат на гектар для КЗ выше, чем для традиционного земледелия. Тем не менее, после корректировки капитала, затраты на консервативное земледелие стали меньше, чем затраты на традиционное земледелие в долгосрочной перспективе.

Аналогичным образом можно предположить, что затраты на топливо также будут ниже в КЗ, что отмечается в большинстве исследований. Поэтому снижение расходов на топливо является сильной мотивацией для перехода на консервативное земледелие. Исследования (Uti и др., 1999) показывают, что цена на нефть имеет статистически значимое, но относительно незначительное влияние на интенсивность консервативного земледелия. Отмечено, что 10-процентное увеличение затрат на горючее связано с расширением на 0,4% гектаров, используемых под консервативное земледелие. Причем расширение в основном сосредоточено на предприятиях, использующих КСХ.

### **Стоимость химических препаратов.**

Компенсацией низких затрат на технику в КЗ становится более широкое применение гербицидов, особенно в переходный период. Действительно, гербициды заменяют использование техники для удержания сорняков под контролем. Вместе с тем, показатели применения гербицидов и возможность полностью контролировать сорняки во всех ситуациях, остается постоянной и спорной областью исследований консервативного земледелия. Последние оценки, как правило, подтверждают, что спрос на гербициды со временем уменьшается, и в конечном итоге может достичь уровня, равного уровню обычной почвы (USDA, 1998).

### **Расходы на оплату труда.**

Большое внимание уделяется очевидному снижению численности рабочей силы в условиях КЗ. Это связано с уменьшением количества людей, необходимого для подготовки угодий в начале вегетации. По некоторым оценкам, снижение происходит на 50-60%. Реальный эффект этой экономии в крупных организациях с высокой степенью механизации невелик, поскольку затраты на рабочую силу составляют менее 10% от общих затрат, рассчитанных на единицу площади (Таблица 15.3). В некоторых тематических исследованиях указывается, что консервативное земледелие предлагает экономию времени в качестве основного мотива для перехода на технологию no-till (Wandel и др., 2000).

### **Затраты на питательные вещества и другие расходы.**

Большинство сравнительных анализов затрат на возделывание при КЗ и при традиционном земледелии предполагают, что другие производственные затраты остаются неизменными после перехода на консервативное земледелие. Продолжается дискуссия по поводу использования питательных веществ в КЗ, поскольку есть доказательства того, что их применение влияет на использование культурами азота и левигацию/выщелачивание. Некоторые ученые отмечают увеличение использования удобрений фермерами-производителями кукурузы в США,

которые адаптируют земли под КЗ (ФАО, 2001). Кроме того, если применение удобрений в условиях консервативного земледелия потребует более высокой управленческой способности, то затраты на это могут возрасти, даже если темпы применения остаются прежними. Общий вывод заключается в том, что консервативное земледелие требует более обширных навыков управления, и для фермеров это обходится дороже. Консервативное земледелие может повлиять и на закупки семян, поскольку, чтобы избежать некоторых проблем с вредителями, аграрии будут инвестировать в более устойчивые сорта, что также увеличит затраты.

Сравнительные данные в Таблице 15.3 демонстрируют последовательную картину инвестиций в сохранение почв в США за последние несколько десятилетий. Более поздние оценки, как правило, показывают широкий диапазон финансовых вложений в консервативное земледелие с учетом специфических местных условий (например, дренаж, осадки). Возможно, что более важно, затраты, перечисленные в Таблице 15.3, представляют собой лишь подмножество общих затрат, поскольку предполагается, что другие производственные ресурсы и почвы остаются постоянными. Демонстрируя уменьшение затрат при КЗ в контексте общих затрат, преимущество составило приблизительно 5-10% к 1990-м годам.

Кроме того, во многих сравнительных исследованиях затрат на традиционное и консервативное земледелие отсутствует анализ факторов риска. Например, риск того, что урожайность может варьироваться в зависимости от различных систем выращивания. Часто споры идут о том, что переход на консервативное земледелие приводит к более высокой, либо более низкой урожайности. Поскольку результаты в умеренном климате часто противоречивы, и любая разница обычно не является статистически значимой, большинство аналитиков просто не сообщают об изменениях в урожайности. Исходя из этого, влияние КЗ на изменчивость и риск урожайности является спорным. Некоторые исследования утверждают, что консервативное земледелие увеличивает колебания урожайности во многих ситуациях, тем самым усугубляя риск (ФАО, 2001). Австралийские исследования, напротив, показывают низкую изменчивость производства сельскохозяйственных культур при консервативном земледелии (Kirby и др., 1996). Одновременно с этим наблюдения, сделанные в Канаде, указывают на то, что рентабельность была выше, в сравнении с обычными практиками неблагоприятных лет. Таким образом, выводы о повышении или снижении риска в консервативном земледелии остаются неточными.

Таблица 15.3. Сравнительная стоимость затрат на сельскохозяйственные культуры в традиционном и консервативном сельском хозяйстве, \$

Статьи затрат	Традиционное земледелие	Консервативное земледелие	Коэффициент снижения в консервативном сельском хозяйстве, по сравнению с обычным с/х
Кукуруза на зерно			
Затраты на механизированные работы	55	37	-33 %
Затраты на химические препараты	10,55	5	-53 %
Затраты на оплату труда	8	5	-38 %
Общая стоимость	73,55	47	-36 %
Соя			
Затраты на механизированные работы	55	37	-33 %
Затраты на химические препараты	14	7	-50 %
Затраты на оплату труда	8	5	-38 %
Общая стоимость	77	49	-36 %

Источник: (ФАО, 2001)

Более безопасным является воздействие КЗ на интенсивность сбора урожая. Благодаря уменьшению времени для подготовки поля, цикл уборки урожая становится короче. В случае, если это преимущество доступно в рамках консервативного земледелия, более эффективное использование фиксированных затрат приводит к увеличению годовой урожайности с гек-

тара. Кроме того, фермеры при переходе на КЗ могут корректировать свою стратегию сбора урожая. Поэтому попытки увеличить урожайность одной и той же культуры в рамках любой системы культивирования могут быть нереальными. Фактически, окончательный переход на консервативное земледелие предполагает применение соответствующего севооборота, который, вероятно, будет отличаться от обычного сбора урожая, использовавшегося ранее. При переходе на КЗ некоторые исследователи использовали более широкий подход ко всей ферме в сравнительных оценках.

Как правило, сравнение традиционных и консервативных практик в умеренных агроэкологических зонах зависит от двух компенсирующих фактов. Один из них – рабочая сила консервативного земледелия и, возможно, экономия средств на машинах. Другой – более высокие затраты на гербициды в условиях КЗ, по крайней мере, на начальном этапе. В зависимости от степени влияния этих факторов, консервативное земледелие может казаться более или менее дорогостоящим. Например, исследователи обнаружили, что высокие цены на гербициды, применяемые в консервативном земледелии, превосходили экономию, связанную с рабочей силой, топливом, ремонтом техники и накладными расходами (ФАО, 2001). Аналогичным образом (Stonehouse и др., 1993) использовали модель линейного программирования для доказательства, что работы по сохранению почвы не являются прибыльными. Тем не менее большинство исследователей в развитых странах считают, что консервативное земледелие демонстрирует как минимум небольшую экономию средств, по сравнению с традиционными практиками. Однако такой экономии недостаточно, чтобы убедить значительное количество фермеров, имеющих крупные предприятия с высокой степенью механизации. Этих людей будет трудно заинтересовать, если не выявить более значительную финансовую рентабельность.

В настоящий момент в Латинской Америке самый высокий в мире уровень внедрения no-till. Первый опыт механизированного нулевого культивирования был зарегистрирован в субтропической Бразилии в 1969-1972 гг., и в 1981-1982 гг. в тропической Бразилии. Первые полевые испытания провели в штате Парана в 1972 году. К 1999 году процент общей площади, обрабатываемой с помощью системы no-till, достиг 52% в Парагвае, 32% в Аргентине и 21% в Бразилии. Применение технологии no-till составляет 95% от всех сельскохозяйственных работ в Латинской Америке и только 44% в США. В Латинской Америке нулевое нарушение почвы вводилось постепенно из-за гербицидов и ограничений сеялок, а также из-за высоких дополнительных затрат на внедрение. Тем не менее, по мере того, как фермеры получали поддержку от НПО, участие государственного сектора и уровень внедрения значительно выросли. Например, малые, средние и крупные сельхозпроизводители в Парагвае добились значительного улучшения рентабельности производства и снижения риска. Исследования также показывают решающую роль квалифицированного персонала, владеющего новыми навыками, и доступности кредитов для приобретения нового оборудования. Предоставляя институциональную и финансовую поддержку, правительство сыграло решающую роль в стимулировании развития консервативного земледелия. Мелкие производители были особой группой, поскольку у них не было возможности собрать средства и приобрести новые знания за свой счет. Эти особенности отмечены Всемирным банком в анализе проекта по внедрению консервативного земледелия в Бразилии, продвигающего устойчивое сельское хозяйство, современные формы землепользования и сохранение почвы и воды. Кроме этого, финансовые стимулы отлично мотивировали фермеров создавать целые группы, которые позволяли делиться опытом, сотрудничать и тем самым увеличивать социальный капитал. В документе Всемирного банка также было отмечено, что быстрые выплаты, финансовые стимулы и государственная поддержка стали ключевыми факторами, повлиявшими на внедрение системы консервативного земледелия.

В результате, финансовые выгоды латиноамериканских фермеров, перешедших на новую форму земледелия, были значительными. Хотя не все произошло быстро. При сопоставлении

финансовой рентабельности консервативного земледелия на 18 средних и крупных объектах с традиционной практикой в двух регионах Парагвая в течение 10 лет, было установлено, что до десятого года чистая прибыль предприятия увеличивалась на фермах консервативного земледелия с менее, чем 10 000\$, до более, чем 30 000\$, тогда как на фермах, практикующих традиционное земледелие, чистая прибыль снизилась и даже стала отрицательной.

Большинство финансовых анализов консервативного земледелия сосредоточены на его сравнении с традиционным сельским хозяйством, будь то обычная почва или пастбище. Тем не менее фермеры часто могут выбирать из целого ряда альтернативных методов, и в этом случае консервативное земледелие является лишь одним из нескольких вариантов. Это особенно актуально для небольших предприятий, поскольку отсутствие предыдущих инвестиций в технику и мелкомасштабная адаптация многих методов сохранения почв и воды делают физическое и финансовое внедрение относительно легким.

Резюмируя финансовые доказательства в поддержку консервативного земледелия, отметим несколько особенностей. Несмотря на то, что консервативное земледелие в большинстве случаев, как говорят ученые, является «выгодной системой для окружающей среды», это не всегда так. Конкретные ограничения местоположения могут привести к снижению урожайности, или институциональные факторы могут способствовать альтернативной практике.

Таким образом, необходимо учитывать конкретные условия региона для определения финансовой привлекательности консервативного земледелия. Даже если финансовые стимулы выглядят заманчиво, необходимо изучить нефинансовые факторы, чтобы понять, реален ли переход на консервативное земледелие.

### **Нефинансовые факторы, влияющие на принятие консервативного земледелия.**

Некоторые исследования были направлены на то, чтобы выяснить, какие существуют барьеры при внедрении КЗ, помимо очевидного расхождения между затратами предприятия и более широкими социальными выгодами от его применения (ФАО, 2001). Например, такие как:

- 1) высокие инвестиционные затраты могут препятствовать принятию консервативного земледелия;
- 2) воспринимаемый риск принятия консервативного земледелия может служить барьером;
- 3) длительные периоды до момента получения выгоды от применения консервативного земледелия могут служить барьером для фермеров с краткосрочными перспективами планирования;
- 4) барьером может стать специфика культуры или недавняя история.

### **Технические и биофизические факторы.**

Технические факторы взаимодействуют с биофизическими факторами. Например, тип почвы, осадки или топография могут поощрять/облегчать или препятствовать/ограничивать внедрение консервативного земледелия. В то время, как часть исследований показывает, что некоторые сельскохозяйственные операции, используемые в консервативном земледелии, необходимо широко применять в местах крутых склонов и эродированных почв, другие работы демонстрируют, что эти переменные незначительны.

### **Социальные факторы.**

Коллективные действия могут стать преимуществом при принятии индивидуальных решений, когда выполняемые задачи требуют скоординированной групповой деятельности (например, различные методы ведения сельского хозяйства). К примеру, выработка единых

правил в определенном сообществе позволяет избежать ненужных личных переговоров и повторных транзакций. Однако коллективные действия не являются автоматическими при распространении усовершенствованных технологий, таких, как консервативное земледелие, особенно если информация отсутствует или физические процессы, лежащие в основе деградации земель, замедленны и едва заметны. Кроме того, некоторые люди могут извлекать выгоду из коллективных действий без собственного вклада, что может привести к отсутствию коллективных стимулов. Используя теорию игры при моделировании поведения в ситуациях коллективного действия, исследователи попытались выяснить, какие факторы стимулируют коллективное поведение (Pretty, 1995).

Как правило, ключевыми переменными, влияющими на потенциальный успех коллективных действий, являются: количество лиц, принимающих решения, особенно минимальное количество, необходимое для получения коллективной выгоды; темпы снижения, которые влияют на степень будущих преимуществ коллективных действий; сходство интересов между агентами и т.д. Отчасти поведение, необходимое для поощрения коллективных или социально ответственных действий, может влиять на уровень социального капитала сообщества. В документах Всемирного банка приводится анализ различных определений этого термина, где также сказано, что они варьируют от довольно узкой перспективы, связанной с взаимосвязями между людьми, ассоциациями, обществами и т. д., до гораздо более широкой перспективы, охватывающей всю социальную и политическую среду. Проще говоря, если природоохранная деятельность требует сотрудничества, то степень взаимосвязи и социальная среда, будучи определяющим фактором, могут иметь решающее значение. Различные показатели уровня социального капитала сообщества или нации включают в себя количество и тип ассоциаций, однородность внутри сообщества, уровень доверия к другим людям, зависимость от сетей поддержки, присутствие естественных лидеров и т. д. (World Bank, 1998).

### **Эффективность покровных культур**

С принятием решения о применении покровных культур, которые используются при ведении консервативного земледелия, поначалу будет трудно оценить экономическую ситуацию. Это связано с тем, что простой, однолетний экономический анализ покровных культур, который сравнивает только стоимость ресурсов с влиянием на ожидаемую урожайность культуры, действительно может показать потери. Тем не менее большинство фермеров с многолетним опытом работы с покровными культурами в КЗ выяснили, что в реальности это выгодно. Фермеры рассматривают покровные культуры в широкой перспективе, как элемент, который увеличит эффективность хозяйства и обеспечит его выносливость с течением времени. Смотреть на покровные культуры как на инвестиции – таким мог бы быть лозунг тех, кто занимается КЗ.

Поскольку покровные культуры являются единственным изменением в управлении сельскохозяйственным предприятием, может потребоваться несколько лет, чтобы получить от этого прибыль. По мере того, как фермеры приобретают опыт и расширяют количество покрытых полей, они находят много способов ускорить возврат инвестиций. В некоторых ситуациях покровные культуры могут обеспечить положительный доход в течение первого года или первых двух лет использования. Эти ситуации отражают как общие проблемы, с которыми сталкиваются фермеры (например, гербицидные сорняки), так и возможности для решения определенных проблем при переходе на КЗ. Большая часть основной экономической информации, лежащей в основе финансового анализа этих ситуаций, содержится в пятилетних данных Национального информационного центра по консервативным технологиям (СТИС) за период 2012-2016 гг. Благодаря анализу стали ясны три ключевых критерия повышения урожайности:

1. детальная оценка эффективности покровных культур рассматривает общие изменения, которые фермеры обычно вносят в управление культурами в течение нескольких лет использования покровных культур. Фермеры, которые наиболее удовлетворены окупаемостью инве-

стиций, имеют целостный взгляд на то, как они управляют своей системой обработки почвы, и часто вносят изменения, повышающие общую эффективность, а не изменяют вид деятельности (например, культивирование покровных культур);

2. в большинстве случаев фермеры должны использовать многолетнюю временную шкалу для оценки урожайности покровных культур так же, как и для применения известки или покупки оборудования. Если добиться экономической рентабельности, можно относительно быстро в определенных ситуациях, например, при использовании пастбищных культур или для контроля сорняков, устойчивых к гербициду, добиться максимальной урожайности, которая будет неуклонно расти в течение нескольких лет, наряду с улучшением почвы и по мере того, как фермер приобретает опыт включения сельхозкультур в свою общую систему;

3. одним из наиболее часто упоминаемых экономических преимуществ использования покровных культур опытными пользователями, является их влияние на устойчивость системы уборки урожая. Фермеры считают, что помогая уменьшить потери урожая, или создав возможности для более раннего сева во влажной среде, покровные культуры служат своеобразным типом страхования для сельскохозяйственных культур. Как и в случае с обычным страхованием урожая, вознаграждение за использование покровных культур будет выше через несколько лет, но не каждый год.

Практически любой фермер с многолетним опытом работы с покровными культурами может сказать, что со временем он замечает и улучшения в почве, и в урожайности культур. Чтобы понять, как влияет количество лет присутствия покровной культуры на урожайность сельскохозяйственных культур, был проведен опрос фермеров в рамках «Национального исследования покровных культур»<sup>1</sup>. Аграрии предоставили данные об урожаях за несколько лет (Таблица 15.4). Наибольшие различия были зарегистрированы после засухи 2012 года, при этом средний прирост урожайности кукурузы составил 9,6% и сои 11,6%. Исходя из высоких цен на кукурузу и сою после засушливого 2012 года, покровные культуры обеспечили полезный прирост прибыли.

Таблица 15.4. Процентное увеличение урожайности кукурузы и сои при применении покровных культур, по сравнению с сопоставимыми управляемыми полями без покровных культур

Культура	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
Кукуруза на зерно	9,6	3,1	2,1	1,9	1,3
Соя	11,6	4,3	4,2	2,8	3,8

Важно заметить, что несмотря на то, что данные были предоставлены несколькими сотнями ферм, цифры были оценочными. Было отмечено, что урожайность варьировалась от поля к полю, причем на некоторых полях фиксировалась потеря урожайности после покровных культур, а на некоторых – нет. Многие фермеры сообщали об увеличении урожайности, но у каждого был свой индивидуальный опыт. Хотя набор данных SARE/CTIC на сегодняшний день является самым большим и доступным, с точки зрения влияния урожайности культур, стоит отметить, что другие исследования, касающиеся покровных культур, выявили ряд воздействий на производство, связанных с незначительными потерями или незначительным увеличением производства кукурузы. Для сои некоторые исследования показали, что урожайность с покровными культурами не изменилась, в то время как другие хозяйства отметили умеренное улучшение урожайности. В настоящий момент для анализа доступно меньшее количество отчетов об урожайности.

<sup>1</sup> «Национальное исследование покровных культур» проводилось в течение пяти лет: 2012-2016 гг. Опрос был проведен сотрудниками Национального информационного центра по консервативным технологиям. В течение трех-пяти лет опроса частичное финансирование было обеспечено Американской ассоциацией по торговле семенами. Как правило, опрашивали около 2 000 фермеров в течение двух-пяти лет. В первый год участия приняли 759 фермеров.



В 2015 и 2016 гг. фермерам задавали вопрос о том, сколько лет подряд они использовали покровные культуры на полях, об урожайности которых они сообщали. На основе двухгодичных данных был проведен простой анализ линейной регрессии для оценки урожайности. Данные за два года были очень похожи по ряду значений, что указывало на высокий процент тех же фермеров, которых опрашивали двумя годами ранее. Поэтому было целесообразно использовать среднее значение за два года (2015 г. и 2016 г.), суммируя информацию, предоставленную примерно 500 фермерами за каждый год. Таблица 15.5 составлена на основе регрессионного анализа, согласно которому видно, как изменяется урожайность в зависимости от продолжительности использования покровных культур на поле.

*Таблица 15.5. Процентное увеличение производства кукурузы и сои после одного года, трех и пяти лет последовательного использования покровных культур на поле, определенное с помощью регрессионного анализа данных об урожае за 2015 и 2016 гг., %*

Культура	Период последовательного использования покровных культур		
	1 год	3 года	5 лет
Кукуруза на зерно	0,52	1,76	3,0
Соя	2,12	3,54	4,96

Регрессионный анализ продуктивности, основанный на выращивании покровных культур, ясно показал, что урожайность кукурузы и сои увеличивалась в соответствии с количеством лет, в течение которых применялись покровные культуры. Вероятно, это было результатом улучшения состояния почвы.

В Таблице 15.6 приведены типичные затраты, необходимые для посева покровных культур. Некоторые фермеры могут покупать семена стоимостью менее 5-10 \$ за акр<sup>2</sup>, если они используют обычные злаки, такие как овес, пшеницу или рожь, особенно, если семена доступны на местном уровне, без транспортных расходов, или уже были в хозяйстве у фермера. Для сложных смесей, которые включают в себя более ценные бобовые, затраты на семена покровных культур могут достигать 50 \$ за акр. Однако, они не часто используются при посеве покровных культур на больших площадях.

Затраты на посев покровных культур могут варьироваться. Если арендовать воздушный аппликатор, это может обойтись в 12-18 \$ за акр, в то время как дилер, реализующий удобрения, может взимать 8-15 \$ за акр. Если семена отправляются с осенним удобрением по запросу, стоимость посева практически покрывается как часть стоимости удобрения. Если посев покровных культур производится с использованием собственного оборудования фермера, стоимость будет зависеть от ширины посевного оборудования и от того, будет ли работа выполняться отдельно или в сочетании с другой полевой операцией.

*Таблица 15.6. Затраты на посевы покровных культур, \$*

Стоимость товара	Стоимость за акр
Семена	50
Посев	18
Рабочая сила	10
Итого	78
Средняя по опросу	37

Sursa: SARE technical bulletin, 2019

Национальный опрос SARE/CTIC показал, что в 2012 году средняя стоимость посева составила 25 \$ за акр. Хотя с 2012 года затраты на семена для некоторых видов покровных культур снизились, эта цифра используется для анализа, представленного в отчете. Тот же опрос показал, что для фермера средняя стоимость посева составляет 12 \$ за акр, соответственно, общая стоимость посева составляет 37 \$ за акр. В случае, если покровные культуры не используются,

<sup>2</sup> Единица измерения для земельных участков, равных примерно 4047 м<sup>2</sup>.

это может увеличить затраты до 10-12 \$, но в данном анализе предполагается, что в любом случае выполняется обработка гербицидами, поскольку это распространенная практика среди производителей кукурузы и сои.

Чтобы определить экономический эффект от выращивания покровной культуры, недостаточно только анализа затрат и прибыли. Решение о выращивании покровной культуры следует рассматривать как вклад в долгосрочную устойчивость. Многие факторы, от индивидуальных проблем каждого хозяйства до постепенного накопления полезных свойств почвы, будут экономически выгодными, когда действие покровных культур станет эффективным. Со всеми переменными, описанными в этой главе, показано, что обычно к третьему году (или даже раньше) покровные культуры будут восстановлены. Существуют ситуации, в которых возврат инвестиций может занять больше времени, хотя есть и ситуации, когда он может быть ускорен. Чаще всего это происходит, когда покровная культура удовлетворяет особым потребностям фермерских хозяйств, таким, как обработка устойчивых к гербицидам сорняков, уменьшение уплотнения почвы, помощь в регулировании влажности почвы и плодородия, возможность выпаса скота.

Восстановление в течение первого года после использования покровных культур часто происходит в условиях засухи, когда покровные культуры выпасаются (при условии, что пастбищная инфраструктура уже существует), или может возникнуть ситуация с устойчивыми к гербицидам сорняками. Когда уплотнение или плодородие почвы ограничивают урожайность, покровные культуры могут обеспечить положительную чистую прибыль до второго года. Получение стимулирующих платежей из государственных программ правительства также может позволить сразу же возместить затраты на уборку урожая в течение переходного периода.

Вклад, который покровные зерновые культуры вносят в устойчивое развитие, пока недооценен. Следует иметь в виду, что покровные культуры помогают снижать риск, или, точнее, это такая форма управления рисками, как и страхование урожая, поскольку инвестирование в покровные культуры для улучшения качества почвы помогает снизить будущие риски в случае экстремальных ситуаций. Значительная эффективность покровных культур была отмечена в засушливые годы, когда можно наблюдать увеличение урожайности более, чем на 10%. Даже в годы с достаточной влажностью может быть заметно улучшение аэрации и структуры почвы, обеспечиваемой покровными культурами, что позволяет начинать весенний или осенний сбор урожая на два-три дня раньше.

В конечном счете использование покровных культур выгодно при любом способе их выращивания, который может быть полезен для поля и фермы. По мере того, как фермеры приобретают опыт в этой области, они знакомятся и с другими инструментами управления, которые дополняют покровные культуры и увеличивают их экономическую эффективность при одновременном повышении устойчивости сельского хозяйства и среды обитания. В заключение хотелось бы еще раз отметить, что покровные культуры должны оцениваться как с точки зрения их непосредственных преимуществ, так и в качестве инвестиций в долгосрочный успех.

### **15.3. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ КОНСЕРВАТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА**

#### **Сравнительный анализ эффективности некоторых показателей потребления для основных обработок почв в традиционном и консервативном земледелии**

Материалы, представленные и проанализированные в работе, получены на основе стандартизированных затрат и результатов, полученных в полевых школах для фермеров (IFAD). Окончательные результаты были представлены и обсуждены на учебных семинарах для фермеров в области консервативного сельского хозяйства в полевых школах для фермеров, организованных Федерацией фермеров Республики Молдова FARM при разработке практического материала или с учетом трудов местных ученых Чербарь В., Рурак М., Кайнарян Г. и др.

В настоящее время состояние почв в Республике Молдова ухудшается, потери гумуса составляют около 1500 кг/га/год. Высокие средние температуры в течение вегетационного периода и сокращение годовых осадков образуют новую засушливую среду, которая влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур в большинстве производственных циклов (Serbari и др., 2012).

Эти условия требуют от фермеров определения решений для успешного управления производственным процессом в сельском хозяйстве. Многие зарубежные и отечественные ученые рекомендуют перейти от традиционной к консервативной системе, применяя технологию no-till. Переход к этой технологии происходит постепенно, и на начальном этапе требуются значительные инвестиции в нестандартные основные средства (сеялки no-till), которые значительно дороже традиционных. В этом случае также присутствует страх перед неизвестным, фермеры пока мало убеждены в эффективности этой технологии в современных климатических условиях. Есть немало примеров широкого распространения технологий no-till в мире. По словам местных ученых, около 25% площадей сельскохозяйственных угодий в США обрабатываются с помощью no-till, фермеры в Аргентине 100% перешли на новую технологию, а фермеры в Австралии обрабатывают свои земли в соответствии с этой технологией в 50% случаев (Ruras, 2017). Результаты являются сравнительными как по урожайности, так и по прибыли.

Исходя из значения технологии, основные почвенные работы для традиционного и консервативного сельского хозяйства были разграничены. Традиционными основными обработками почвы являются: 1) дискование; 2) вспашка; 3) полное выращивание; 4) боронование; 5) окатывание. В консервативном сельском хозяйстве с применением технологии без обработки почвы основными почвенными работами являются: 1) работа без обработки почвы (прямой посев непосредственно на покрытое поле) и 2) гербицидирование. Как мы видим, количество операций в традиционном и консервативном сельском хозяйстве различается, соотношение составляет 2,5 к 1, т.е. одна обработка в консервативном сельском хозяйстве на 2,5 обработки в традиционном сельском хозяйстве (Cainarean и др., 2015).

Далее показаны единичные затраты каждой работы в сравнении.

Таблица 15.7. Единичные затраты на основные работы в традиционном земледелии

Вид работ	Производительность га/ч	Затраты, лей/га
1. Дискование	3,0	300
2. Вспашка на глубине 20-25 см	0,8	930
3. Общая культивация	3,0	240
4. Боронование	9,0	60
5. Окатывание	6,0	95
Итого	×	1625

Согласно данным Таблицы 15.7, установлено, что величина затрат на основные почвенные работы в традиционном сельском хозяйстве на 1 га составляет около 1 625 леев, из которых около 930 леев расходуется на вспашку. Затраты на другие работы ниже, но они никоим образом не могут быть исключены из перечня необходимых технологических обработок. По урожайности на гектар мы обнаруживаем, что этот показатель колеблется в зависимости от работы, самый высокий показатель при бороновании – 9 га в час. Производительность во многом зависит от двух факторов: рабочей ширины агрегата и рабочей скорости трактора. В нашем случае учитывалось самое традиционное сельскохозяйственное оборудование, как трактор Беларусь 1221, плуг ПЛН-4-35, культиватор КПС-4,5. Кроме того, другим влияющим фактором может быть длина поста. В нашем случае была учтена длина поста около 500 м (Vajura и др., 2019 г.).

Необходимо уточнить, что эти расходы не включают расходы, связанные с оплатой труда: на посев или сбор урожая. Как уже упоминалось, это всего лишь затраты на основные обработки почвы.

В Таблице 15.8 представлены основные работы в консервативном сельском хозяйстве с применением технологии no-till.

Таблица 15.8. Единичные затраты на основные работы в консервативном земледелии

Вид работ	Производительность га/ч	Затраты, лей/га
1. Прямой посев no-till	6	321
2. Гербицидирование	10	220
Итого	×	541

В данной технологии основных почвенных работ определены только две – прямой посев и гербицидирование, обладающие большей производительностью и более низкой стоимостью. Таким образом, прямой посев без сеялки no-till обеспечивает производительность 6 га/ч при стоимости около 321 лей/га. Гербицидирование гарантирует более высокую урожайность, около 10 га/ч. Уровень затрат на гербицидирование достигает 220 леев с гектара. Представленные результаты были рассчитаны на традиционную сельскохозяйственную технику, которой наделены сельскохозяйственные предприятия страны: трактор Беларусь 1221, сеялки SOLA no-till для 6 рядов, прицепная машина гербицидная с рампой шириной 18 метров и баком емкостью 2500 – 3000 литров.

Сравнивая расходы на традиционное и консервативное земледелие, мы обнаруживаем, что в случае работ по технологии no-till, затраты на основные работы значительно сокращаются. Таким образом, соотношение между удельными затратами в традиционном и консервативном сельском хозяйстве составляет 3:1. Другими словами, на один лей, потраченный в консервативном сельском хозяйстве, приходится около трех леев в традиционном сельском хозяйстве. Мы считаем, что это весьма существенно для сельхозпроизводителей в современных условиях. Технология no-till не учитывала стоимость семян и гербицидов. Были учтены только расходы на топливо, оплату труда, технический износ, ремонт и техническое обслуживание техники.

Отмечено, что, помимо основных затрат, характерных для двух технологий, существуют также затраты времени. Ведь с уменьшением количества работ, сокращается время, затрачиваемое на эти работы.

Согласно расчетам, время, затрачиваемое на работу в традиционном сельском хозяйстве, значительно выше, чем время, затрачиваемое на консервативное земледелие. В Таблице 15.9 представлены данные, рассчитанные для определения времени потребления в консервативном сельском хозяйстве.

Таблица 15.9. Продолжительность времени, необходимого для выполнения основных работ в традиционном земледелии (в расчете на 100 га)

Вид работ	Расход времени, часов
1. Дискование	33,3
2. Вспашка на глубине 20-25 см	125,0
3. Общая культивация	33,3
4. Боронование	11,1
5. Окатывание	16,7
Итого	219,4

Из представленных данных установлено, что для обеспечения всех основных технологических обработок почвы необходимо около 219 часов. Вспашка имеет наибольшую долю – около 125 часов от общего временного фонда. Другие работы имеют меньшую продолжительность, потому что рабочая скорость агрегатов выше. Количество машинно-смен составляет 27 единиц, а количество машино-дней – 13,6 единиц. Другими словами, для выполнения основных работ с набором сельскохозяйственной техники на площади 100 га требуется 13,6 машино-дня или 27 машинных смен. Такой временной фонд довольно велик в современных условиях изме-

нения климата, когда основные работы должны быть выполнены в кратчайшие сроки для поддержания оптимального уровня влажности почвы.

Другая ситуация во втором случае – применение технологии no-till. В Таблице 15.10 представлен фонд рабочего времени при выполнении работ.

*Таблица 15.10. Продолжительность времени, необходимого для выполнения основных работ в консервативном земледелии (в расчете на 100 га)*

Вид работ	Расход времени, часов
1. Работа no-till	16,7
2. Гербицидирование	20,0
Итого	36,7

В консервативной системе обработки почвы затраты времени на посевные и работы по гербицидированию составляют около 37 часов, из которых 16,7 часов на посев и 20 часов на обеспечение гербицидами, включая доставку воды почве. С точки зрения количества смен машин и машино-дней, на площади 100 га пахотных земель с набором сельскохозяйственного оборудования потребляется около 4,6 смен машин или 2,3 машино-дня. Полученные данные довольно оптимистичны, хотя при расчете данных может быть допущена некоторая ошибка.

Сравнивая данные о потреблении времени, посвященные основным работам в традиционном и консервативном сельском хозяйстве, мы можем утверждать, что соотношение составляет 6:1. Потребление одного часа для основных работ в консервативном сельском хозяйстве эквивалентно шести часам в традиционном сельском хозяйстве. Этот результат является достаточно значительным, чтобы повысить интерес к технологии no-till.

В контексте вышеизложенного, основные показатели использования парка машин и тракторов для каждой из двух систем обработки почвы анализируются ниже. При их определении учитывались следующие параметры: количество часов 7-часовой смены, две смены в день, оптимальный срок выполнения работ – три дня.

Следующий анализируемый аспект – это затраты на оплату труда механизатора или оператора трактора. Здесь взята за основу средняя оплата за смену механизатора в размере около 300 леев. Полученные данные представлены в Таблице 15.11.

*Таблица 15.11. Сравнительный анализ использования парка машин и тракторов между почвообрабатывающими системами в расчете на 100 га*

Показатель	Традиционное земледелие	Консервативное земледелие
1. Количество машино-смен	31,3	5,2
2. Количество машино-дней	15,7	2,6
3. Количество тракторов для выполнения работ в оптимальный срок	5,2	0,9
4. Количество механизаторов	10,4	1,7
5. Затраты на оплату труда механизаторов, лей	58 966	1 646

На основании выявленных результатов были получены интересные цифры. В традиционной системе основные почвенные работы на 100 га пахотных земель будут выполняться в оптимальный срок, если у предприятия будет 5,2 трактора; по крайней мере 11 механиков, которые будут обучены в течение трех дней, с тем, чтобы обеспечить 31,3 смены машин или 15,7 машино-дней. Стоимость оплаты труда механизаторов за этот период составит около 59 000 леев.

В консервативной системе обработки почвы потребуется только один трактор и два механизатора, которые обеспечат около 5,2 машино-смен. Стоимость оплаты труда составит 1 646 леев. Чтобы обеспечить основную обработку почвы в традиционном сельском хозяйстве, потребуется около 5 тракторов по сравнению с 1 трактором в консервативной системе, что в определенной степени дает ответ на обоснование инвестиций.

Наиболее значимые результаты, полученные в консервативной системе земледелия, по сравнению с традиционной, в 35 раз ниже, исходя из стоимости оплаты труда. То есть, при затратах на один лей на оплату труда механизаторов в консервативном земледелии предусмотрены затраты в размере 35 леев в качестве оплаты труда за работу механизаторов в традиционном сельском хозяйстве. Таким образом, этот результат определяет новый источник резервов для повышения заработной платы механизаторов, а также для других внутренних потребностей сельскохозяйственного предприятия, практикующего консервативное земледелие.

## ВЫВОДЫ

Систематизируя полученные результаты, установлено, что консервативное земледелие, практикуемое по технологии no-till, является рациональным не только с точки зрения нынешних климатических условий, но и с точки зрения экономики. Резервы, которые могут быть получены в случае применения соответствующей технологии, весьма значительны. Таким образом, для основных почвенных работ:

- 1) затраты на единицу в три раза ниже;
- 2) необходимое количество тракторов и сельскохозяйственной техники в 5 раз меньше;
- 3) расход времени при выполнении работ в 6 раз ниже;
- 4) оплата труда механизаторов в 35 раз меньше.

Результаты исследования были представлены на семинарах полевых школ для фермеров в районах Республики Молдова и получили положительную оценку сельскохозяйственных производителей. Методология может быть использована в качестве экономического аргумента для тех, кто интересуется технологией no-till.

В настоящее время в Республике Молдова, по предварительным оценкам, посевные площади методом no-till, достигают около 75 000 га. Ежегодно около 300-400 сельхозпроизводителей практикуют систему консервативного сельского хозяйства. Об этом говорится в «Отчете о реализации Национальной стратегии развития сельского хозяйства и сельских районов на 2014-2020 годы».

Наряду с преимуществами, упомянутыми агрономами и экономистами, существует ряд недостатков, которые повышают осмотрительность фермеров при переходе на консервативное земледелие, а именно:

- 1) первоначальные и периодические затраты на подготовительные работы земельного участка (осушение, выравнивание, устранение уплотнения почвы и т. д.);
- 2) значительные инвестиции в приобретение оборудования no-till (культиватор, сеялка, разбрызгиватели и т. д.);
- 3) применение технологий от малых до больших площадей в течение нескольких лет;
- 4) выращивание последовательных культур;
- 5) постоянное обучение фермера в области технологий no-till.

Все это свидетельствует о необходимости системного подхода к развитию консервативного земледелия в отечественном сельском хозяйстве. В настоящее время существует только один реальный инструмент поддержки фермеров, которые переходят на консервативное земледелие – субсидии. Мера 2.4 – Стимулирование производителей за счет инвестиций на приобретение оборудования no-till, которое предусматривает компенсацию в размере 30% от стоимости единицы, но не более 500 000 леев на бенефициара. Льготы предлагаются для нового сельскохозяйственного оборудования, приобретенного в год субсидирования у поставщиков/дистрибьюторов в стране, или импортированное непосредственно сельскохозяйственным производителем, с датой производства, не превышающей двухлетний период относительно года субсидирования.

## **Сравнительный анализ эффективности использования питательных веществ в традиционной и консервативной системах**

Применение питательных веществ или удобрений на сельскохозяйственных угодьях приобрело важное значение с момента их открытия, и содержание активного вещества рассматривается как фактор, влияющий на урожайность сельскохозяйственных культур. В настоящее время ни один производитель не представляет себе выращивание без питательных веществ. Для некоторых фермеров использование питательных веществ стало привычкой и незамечным инструментом, поэтому благодаря им система производства, распределения и сбыта питательных веществ во всем мире стала сложной и многонациональной отраслью с оборотом в сотни миллиардов долларов. Республика Молдова не стала исключением, и была включена в мировой рынок поставок и торговли питательными веществами для плодородия почв и питания растений.

В настоящее время озабоченность фермеров по поводу питательных веществ носит финансовый и технологический характер. Другими словами, наблюдается тенденция введения питательных веществ с максимальной эффективностью при минимально возможной цене. Рынок питательных веществ довольно разнообразен, и иногда отсутствие знаний, необходимых фермерам, и стремление увеличить продажи трейдерами приводят к обратному эффекту – низкой эффективности и высокой цене.

В этом контексте основная проблема фермеров заключается в преодолении проблем, связанных с изменением климата, таких как повышение температуры, снижение уровня влажности почвы, проливные дожди и т. д. Поэтому основными вопросами, на которые фермеры всегда ищут ответ, являются: как можно повысить плодородие в засушливых условиях, какие типы питательных веществ рекомендуются для работ по уходу за почвой, и т. д. Эти вопросы также возникают в контексте перехода некоторых фермеров от традиционного к консервативному сельскому хозяйству.

В этой главе представлены расчеты сравнительной эффективности применения питательных веществ в традиционном и консервативном сельском хозяйстве.

Анализ материалов основан на систематизированных данных, полученных на основе информации, собранной в Полевых школах для фермеров, организованных Международным фондом сельскохозяйственного развития, бюро Республики Молдова (UCIP IFAD). В этих школах, на двух участках (один – демонстрационный, другой – контрольный), применялись каждая из двух сельскохозяйственных систем отдельно. На контрольном участке основные почвенные работы проводились по системе традиционного сельского хозяйства, на демонстрационном – по консервативному сельскому хозяйству.

В качестве методов использовались объяснение и обоснование, с помощью которых было проанализировано сравнительное преимущество управления питательными веществами в традиционном и консервативном земледелии, и в результате была получена гипотеза. В данном исследовании были проанализированы затраты на питательные вещества для следующих культур: озимая пшеница, озимый ячмень, кукуруза, соя, подсолнечник и рапс. Затраты были проанализированы отдельно для каждой из двух систем обработки почвы.

Экономическая эффективность использования питательных веществ характеризуется величиной дополнительной чистой прибыли на единицу веса (кг, ц, т) удобрений, внесенных на 1 га урожая, и на 1 лей затрат, потраченных на приобретение и внесение удобрений. Для расчета этих показателей, с учетом изменения интенсивности производственного капитала, определяется емкость капитальных вложений, полученных за счет использования удобрений.

Уровень экономической эффективности использования удобрений для разных культур зависит от правильного подбора их типов, доз и методов их применения.

Чтобы определить экономическую эффективность использования питательных веществ, анализируются два фактора: стоимость увеличения урожая в результате затрат на 1 лей допол-

нительных затрат, связанных с использованием удобрений (индикатор базовой стоимости), и объем дополнительной продукции, получаемой при внесении удобрений.

Низкий спрос на товарное производство не может быть условием для определения экономической эффективности использования питательных веществ, формируемой за счет снижения себестоимости продукции. Решение этой проблемы зависит от правильного расчета себестоимости продукции, оценки стоимости увеличения урожайности, полученной от удобрений, гербицидов или других химических веществ, применяемых дополнительно.

Консервативное земледелие – это система обработки почвы, которая отменяет механическую обработку (прополку, вспашку, боронование и т. д.) с целью сохранения высокого уровня влажности в почве с точки зрения севооборота в качестве ресурса для накопления органического вещества. Органические остатки, оставшиеся после сбора урожая, представляют собой органический слой, который покрывает почву для защиты от эрозии, нагревания и удержания влаги. В настоящее время покрытие почвы органическим веществом является единственным решением, определенным учеными для защиты от высоких температур и изменения климата. В таких условиях выращивание сельскохозяйственных культур происходит непосредственно без предварительных технологических работ, по технологии, известной как no-tillage или no-till. Интерес к консервативному сельскому хозяйству со стороны фермеров объясняется увеличением урожайности с гектара после третьего подряд года применения технологии no-till.

В консервативном земледелии значение питательных веществ уменьшается по мере увеличения продолжительности технологии no-till. По мнению некоторых ученых, на шестой год внедрения технологии потребность в питательных веществах уменьшается или может даже окончательно сократиться (Ruras, 2019). В этой статье представлены сравнительные расчеты для применения питательных веществ между традиционным и консервативным земледелием в соответствии с га и q в сельскохозяйственных культурах.

Затраты на питательные вещества в общей стоимости на урожай имеют различный вес в зависимости от культуры и метода обработки почвы. В условиях обработки почвы no-till затраты, как правило, увеличиваются, что, однако, явно не подчеркнуто. Это утверждение показано в таблице ниже.

*Таблица 15.12. Сравнительная стоимость питательных веществ для разных культур в зависимости от площади и количества убранных урожая*

Культура		Традиционное земледелие, лей	Консервативное земледелие, лей	Скорость снижения затрат в консервативном земледелии по сравнению с традиционным, %
Озимая пшеница	на га	1800	1220	-32
	на q	51	24	-53
Озимый ячмень	на га	1400	1100	-21
	на q	40	23	-43
Кукуруза на зерно	на га	1600	2500	+56
	на q	40	38	-4
Соя	на га	1220	950	-22
	на q	81	38	-53
Подсолнечник	на га	1300	1280	-2
	на q	65	40	-38
Рапс	на га	1250	1250	0
	на q	63	42	-33

*Источник: (Vajira, и др., 2019) и полевые школы для фермеров*

Согласно данным, представленным в таблице, в системе консервативного земледелия затраты ниже, чем в традиционном для всех анализируемых культур.

Что касается озимой пшеницы, то стоимость питательных веществ в традиционной системе выше, чем в консервативной, на 580 леев с га, при этом коэффициент сокращения



составляет 32%. В расчете на 1 квартал производства темп снижения составляет 53%. Следовательно, видно, что в расчете на единицу продукции скорость снижения затрат на питательные вещества выше, чем в расчете на площадь. Более высокая скорость снижения себестоимости производственной единицы объясняется более высокой урожайностью, получаемой в системе консервативного сельского хозяйства с помощью технологии no-till.

Для озимого ячменя стоимость питательных веществ в общей стоимости затрат на один га в традиционном сельском хозяйстве составляет 1 400 леев, в консервативном сельском хозяйстве этот показатель составляет 1 100 леев, а показатель сокращения составляет 21%. На производственном участке затраты на питательные вещества составляют 40 леев и 23 лея соответственно. Здесь скорость снижения составляет до 43% в консервативной системе обработки почвы.

В производстве зерна кукурузы наблюдается другая ситуация. Стоимость питательных веществ в общей стоимости производства с га в консервативной системе выше, чем в традиционной. Темпы роста составляет около 56%. В абсолютных величинах изменяется от 1 600 леев в традиционной системе до 2 500 леев в консервативной. Проблема заключается в увеличении количества питательных веществ на га, с целью повышения уровня питательных веществ. Даже в такой ситуации затраты на  $q$  продукции снижаются. В таких ситуациях было бы возможно снизить затраты на  $q$  для питательных веществ за счет увеличения урожайности, применяя технологию no-till.

При выращивании сои затраты на питательные вещества на гектар в консервативном сельском хозяйстве снижаются на 270 леев по сравнению с традиционным сельским хозяйством. Скорость снижения составляет 22%. В расчете на  $q$  затраты на питательные вещества снижаются на 53% за счет увеличения производительности, а также снижаются затраты на единицу площади. При производстве сои затраты на питательные вещества в системе консервативного земледелия составляют 38 леев, а в традиционном – около 80 леев за кв.

В подсолнечнике затраты на питательные вещества в расчете на 1 га посевных площадей примерно одинаковы для обеих систем обработки почвы. В расчете за 1 $q$  производства разница значительна. Уровень затрат на питательные вещества в традиционной системе достигает до 65 леев за  $q$ , а при консервативной обработке почвы они снижаются до 40 леев за  $q$ . Это снижение является значительным для этой культуры ввиду нестабильных закупочных цен на семена подсолнечника и наличия монополии на переработку.

Для рапса стоимость питательных веществ, включенных в почву, достигает 1 250 леев на 1 га для обеих систем обработки почвы. Эту ситуацию нельзя отнести к затратам на  $q$ . Их уровень в технологии no-till снизился примерно на 33% и составляет 42 лея за  $q$  по сравнению с традиционным сельским хозяйством, где было зафиксировано около 63 леев за  $q$ .

Из вышесказанного можно выделить четыре гипотезы относительно применения технологии no-till в системе консервативного сельского хозяйства:

- 1) для всех проанализированных культур стоимость питательных веществ, рассчитанная на производство 1  $q$ , снижается с 4% до 53%;
- 2) для всех культур, кроме зерна кукурузы, в расчете на 1 га, стоимость питательных веществ не превышает уровень, зарегистрированных в традиционной системе;
- 3) для зерновых культур первой группы и для сои снижается уровень затрат в расчете на 1 га посевной площади;
- 4) хотя для технических культур затраты на питательные вещества, рассчитанные на 1 га, находятся на одинаковом уровне для обеих систем обработки почвы, в расчете на  $q$  затраты снижаются.

Исходя из этих предположений можно сформулировать следующие аргументы в пользу развития технологии no-till для анализируемых культур:

- 1) увеличивается урожайность при применении технологии no-till;
- 2) создаются дополнительные резервы для повышения норм включения питательных веществ;

- 3) эффективность питательных веществ становится более значимой по сравнению с глобальным урожаем.

Еще одной особенностью анализа эффективности использования питательных веществ в системах обработки почвы является доля стоимости питательных веществ, применяемых в общей стоимости урожая (Таблица 15.13).

Таблица 15.13. Сравнительный анализ доли затрат на питательные вещества для разных культур

Культура		Традиционное земледелие, лей	Консервативное земледелие, лей
Озимая пшеница	на га	23%	35%
	на q	21%	35%
Озимый ячмень	на га	18%	34%
	на q	16%	34%
Кукуруза на зерно	на га	19%	63%
	на q	18%	63%
Соя	на га	13%	25%
	на q	13%	25%
Подсолнечник	на га	16%	28%
	на q	8%	28%
Рапс	на га	23%	35%
	на q	13%	35%

Наблюдается, что доля затрат на питательные вещества в традиционной системе сельского хозяйства на один гектар колеблется от 32% для выращивания озимой пшеницы до 13% для выращивания сои (Вајига, и др.). Для производства на q доля затрат на питательные вещества варьирует от 21% для озимой пшеницы до 8% для подсолнечника.

В консервативной системе обработки почвы увеличивается доля затрат на питательные вещества как на единицу площади, так и на единицу продукции. Наибольшая доля в расчете на один га посевных площадей была зарегистрирована на кукурузу на зерно, около 63%. Самый низкий показатель для сои, в размере 25%. На уровне производственной единицы наибольшую долю занимает производство кукурузы на зерно, а самую низкую – соевые бобы. Доля затрат на питательные вещества в консервативной системе обработки почвы в обоих показателях находится на одном уровне.

Исходя из анализа, проведенного на основе данных Таблицы 15.13, можно сделать следующие предположения.

- 1) В традиционной системе:
  - a. наибольшая доля затрат на питательные вещества, применяемые к почве, зарегистрирована для озимой пшеницы.
  - b. наименьшая доля затрат приходится на культуру сои.
- 2) В консервативной системе:
  - a. наибольшая доля затрат на питательные вещества зарегистрирована для кукурузы на зерно;
  - b. самая низкая доля затрат на питательные вещества приходится на сою;
  - c. доля затрат на питательные вещества выше, чем в других системах обработки почвы.

В консервативной системе обработки почвы их доля выше, хотя номинально уровень затрат снижается в расчете на q производства. Прежде всего это объясняется сокращением числа основных работ по обработке почвы, что является важным элементом в пользу применения консервативной системы. С ее применением происходит повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Следовательно, сокращение количества основных почвенных работ (вспашка, боронование, дискование, прикатывание и т. д.) в условиях повышения урожайности культур создает благоприятный экономический эффект для повышения рентабельности производства.

Культуры, проанализированные в данной работе, были отобраны на основе полевых наблюдений, а именно:

- 1) чаще всего сеют на демонстрационных участках полевых школ для фермеров;
  - 2) чаще всего рекомендуются учеными в качестве культур для начала перехода от традиционного к консервативному сельскому хозяйству;
  - 3) являются зерновыми культурами с аналогичной основной системой обработки почвы.
- За последние три года эволюция основных показателей по этим культурам была различной.

**Таблица 15.14.** Динамика основных показателей по анализируемым сельскохозяйственным культурам

Культура	2016		2017		2018	
	мировой урожай, тыс. тонн	средний урожай, ц/га	мировой урожай, тыс. тонн	средний урожай, ц/га	мировой урожай, тыс. тонн	средний урожай, ц/га
Пшеница	958	36	915	39	849	32
Ячмень	176	34	171	34	119	28
Кукуруза на зерно	392	36	584	47	744	59
Соя	33	12	35	15	40	23
Подсолнечник	497	20	586	22	551	22
Рапс	40	24	67	25	79	20

Источник: [www.statistica.md](http://www.statistica.md)

Данные, представленные в Таблице 15.14, показывают, что урожайность зерновых культур в мире снижается в динамике, хотя средняя урожайность с га остается постоянной, с некоторыми изменениями из года в год. Данный факт объясняется сокращением посевных площадей под эти культуры из-за неудовлетворительных погодных условий.

В последние годы благодаря высоким закупочным ценам, предлагаемыми компаниями по закупке зерна, возрос интерес к кукурузе. Таким образом, эта культура увеличивает урожай как с точки зрения продуктивности, так и за счет посевных площадей.

Такая же ситуация относительно и других культур (Таблица 15.14), которые следуют за культурой кукурузы: высокое предложение по закупочной цене продукции.

Таким образом установлено, что в Республике Молдова существует потенциал для применения консервативной системы обработки почвы с учетом проанализированных культур и представленных расчетов.

### **Выводы по эффективности питательных веществ**

В устойчивых климатических условиях в Республике Молдова благодаря использованию технологии no-till в консервативной системе обработки почвы можно получить существенные положительные результаты в отношении применения питательных веществ.

Из предположений, выдвинутых в этой статье, основным является следующее: *во всех проанализированных культурах стоимость питательных веществ на 1 q продукции снижается с 4% до 53%*. Эта гипотеза считается оправданием в отношении рисков, которые все еще сохраняются среди местных фермеров.

Очевидно, что эти результаты могут быть не действительны для всех субъектов страны, которые пытаются применить консервативную систему сохранения почвы при прямом посеве своих культур, но все же наши расчеты могут быть приняты во внимание заинтересованными фермерами, по крайней мере, для рассматриваемой методологии.

## Сравнительный анализ эффективности использования средств фитосанитарного назначения в традиционной и консервативной системах

Применение продуктов фитосанитарного назначения (PFS) в процессе выращивания в сельском хозяйстве является ответственным этапом защиты сельскохозяйственных растений и охраны природы. С целью повышения эффективности производства, сельхозпроизводители проявляют интерес к регламенту и техническим средствам применения средств фитосанитарного и защитного назначения. Правильное и гибкое управление продуктами фитосанитарного назначения повышает производительность сельскохозяйственных культур за счет снижения потерь урожая, вызванного болезнями, вредителями и сорняками. Правовые нормы средств фитосанитарного назначения устанавливаются в соответствии с Законом РМ № 5 от 10 июля 2014 года №119<sup>3</sup>.

Обработка растений в процессе биологического роста стала важным приоритетом, особенно в контексте распространения болезней и вредителей в условиях эпидемий. Это остается необходимым даже при изменении способа управления основными почвенными работами или в случае климатических условий.

В этой главе представлена, в частности, сравнительная часть применения средств фитосанитарного назначения в традиционном и в консервативном сельском хозяйстве. Сравнительный анализ этих двух систем основан на затратах на применение PFS для различных культур. Соответствующий анализ направлен на выявление затрат самого низкого уровня в зависимости от системы обработки почвы, традиционного или консервативного земледелия.

Известно, что принятие консервативного земледелия является медленной и полной неопределенности процедурой. Фермеры не могут найти ответ на ряд вопросов: как защитить растения в засушливых условиях? Какие типы PFS применяются в контексте изменения климата? Какова эффективность фитосанитарных услуг по отношению к полученному глобальному урожаю? и др.

Для более успешного представления были приняты во внимание следующие особенности: 1) содержание себестоимости продукции в соответствии с составляющими элементами; 2) структура себестоимости продукции по каждому виду культуры; 3) уровень затрат на PFS; 4) уровень затрат в традиционном и консервативном земледелии.

На следующем этапе анализа была оценена средняя урожайность с га каждой культуры для обеих систем обработки почвы. Например, средний урожай озимой пшеницы в системе традиционного земледелия составляет 35 q, а в системе консервативного земледелия этот показатель увеличивается до 50 q. Таким образом, на основе действующей специализированной литературы (Вајура и др., 2019) и данных, полученных в полевых школах для фермеров (финансируемых UCIP IFAD), был оценен уровень продуктивности сельскохозяйственных культур в обеих системах обработки почвы.

С целью выявления возможностей применения консервативного земледелия на следующем этапе, средние удельные затраты (стоимость q на культуру) были рассчитаны в соответствии со стоимостью производства и средним урожаем, которые связаны с единицей площади. Например, стоимость q для производства зерна кукурузы в традиционном земледелии составляет 220 леев, в консервативном – 61,5 лея. В системе консервативного земледелия стоимость q уменьшилась в 3,5 раза. Гектар считается единицей площади.

Анализ материалов основан на информации, собранной в Полевых школах для фермеров, организованных UCIP IFAD. В качестве методов были использованы объяснение и обоснование, с помощью которых были проанализированы преимущества управления PFS в рамках традиционного и в рамках консервативного земледелия, в результате чего была выработана гипотеза. Затраты были проанализированы отдельно между обеими системами обработки почвы.

<sup>3</sup> Закон о фитосанитарных продуктах и удобрениях от 22.06.2004.

Затраты PFS представляют собой входные цены при покупке этих продуктов у представителей распределительных компаний или у физических лиц, ответственных за маркетинг PFS сельскохозяйственными организациями, и их затраты на распределение (хранение и складирование, консультации, транспортировку) на посевных угодьях или угодьях, которые должны быть засеяны сельскохозяйственными культурами. В зависимости от посевной культуры, периода и других почвенных и агротехнических особенностей, количество PFS различается, и величина включенных количеств формирует стоимость фитосанитарных продуктов в стоимости собранной продукции.

Реализация этих видов продукции на территории Республики Молдова осуществляется специализированными торговыми компаниями через своих представителей, например, Adama, Bayer и др. Стоимость этих продуктов, по словам фермеров, довольно высока, иногда не соразмерна с их финансовыми возможностями. Цена на PFS колеблется в зависимости от нескольких факторов, таких как:

- 1) специфическое содержание активного вещества;
- 2) содержание минеральных продуктов в каждом типе PFS;
- 3) торговая марка;
- 4) местный/региональный дистрибьютор.

В традиционном сельском хозяйстве уровень применения PFS для зерновых культур колеблется от 1 500 до 2 500 лей до 5 500-6 000 лей для овощных культур, в зависимости от урожая и культивируемого сорта. В консервативной, по мнению некоторых ученых, считается, что применение PFS увеличивается в первые 5 лет до 30%. Это увеличение направлено на формирование сложной системы минеральных веществ в первые пять лет.

Исходя из вышеизложенного, далее, посредством расчетов представлена роль затрат на PFS в экономической эффективности обеих форм обработки почвы – традиционного и консервативного земледелия. В Таблице 15.15 представлены результаты анализа затрат на продукты фитосанитарного назначения по формам обработки почвы.

*Таблица 15.15. Сравнительная стоимость питательных веществ для разных культур в зависимости от площади и количества убранного урожая.*

Культура		Затраты на применение PFS, лей		Увеличение / уменьшение затрат на 1 q (±), %
		Традиционное земледелие, лей	Консервативное земледелие, лей	
Озимая пшеница	на га	1500	1900	+26,67
	на q	43	38	-11,33
Озимый ячмень	на га	1480	1800	+21,62
	на q	42	38	-11,32
Кукуруза на зерно	на га	1550	1850	+19,35
	на q	39	28	-26,55
Соя	на га	1650	1950	+18,18
	на q	110	78	-29,09
Подсолнечник	на га	850	1265	+48,82
	на q	43	40	-6,99
Рапс	на га	980	1250	+27,55
	на q	49	42	-14,97

Из Таблицы 15.15 видно, что в консервативном сельском хозяйстве уровень затрат в PFS на гектар увеличивается по сравнению с традиционным сельским хозяйством. Так, для урожая озимой пшеницы уровень увеличивается примерно на 400 леев или на 26,67% в относительном размере, для озимого ячменя увеличение этого показателя составило около 21,62%. В целом, средний рост затрат на включение PFS в указанные культуры составляет 27,03% в консервативном сельском хозяйстве по сравнению с традиционным.

Другие результаты отражаются в затратах на единицу продукции. Наблюдается сокращение их в расчете на *q* производства. При производстве озимой пшеницы стоимость PFS снизилась на 11,33%, при выращивании озимого ячменя – на 19,35% и так далее. В среднем снижение затрат на фитосанитарные продукты в расчете на 1 *q* сократилось примерно на 16,7% при обработке почвы в консервативном сельском хозяйстве. Снижение затрат на PFS при применении консервативного земледелия обусловлено увеличением полученного урожая, что можно считать преимуществом использования этой технологии.

Другой особенностью этого анализа является доля этой статьи затрат – фитосанитарного продукта – в общих затратах на производство в обеих системах обработки почвы. Доля товаров по элементам в структуре себестоимости продукции является необходимостью в бизнес-планировании, в прогнозировании доходов, в планировании производственной деятельности. Исходя из этого, в приведенной ниже таблице представлен вес этой статьи.

Таблица 15.16. Сравнительный анализ доли затрат на PFS для разных культур в зависимости от системы обработки почвы, %

Культура		Традиционное земледелие, лей	Консервативное земледелие, лей
Озимая пшеница	на га	19	54
	на <i>q</i>	18	54
Озимый ячмень	на га	19	56
	на <i>q</i>	17	56
Кукуруза на зерно	на га	18	46
	на <i>q</i>	18	46
Соя	на га	17	51
	на <i>q</i>	17	51
Подсолнечник	на га	16	28
	на <i>q</i>	9	28
Рапс	на га	19	35
	на <i>q</i>	11	35

Данные Таблицы 15.16 показывают, что, однако, доля статьи PFS в структуре затрат на производство, указанные для традиционного земледелия, колеблются от 16 % до 19 % в расчете на га и от 9% до 18 % на уровне поверхности.

Другая ситуация – в случае принятия консервативного земледелия. Доля затрат PFS в расчете на га посевной площади для одной из проанализированных культур, колеблется от 28 % до 54 %. Такая же ситуация наблюдается и на уровне единицы поверхности.

Таким образом, доля PFS в консервативном земледелии увеличивается в условиях снижения затрат на единицу продукции. Эта гипотеза может рассматриваться как базовая аргументация в пользу этой системы обработки почвы.

Краткое изложение представленного анализа сводится к следующему: хотя уровень затрат на PFS, включенный в случае консервативного земледелия, увеличивается примерно на 30% по сравнению с традиционным земледелием в расчете на единицу площади, все же повышение продуктивности сельскохозяйственных культур в системе консервативного земледелия обеспечивает среднее снижение затрат на 16, 7%. Сельхозпроизводители должны понимать, что для того, чтобы приспособиться к требованиям изменения климата, технология no-till системы консервативного земледелия является наиболее рациональной из тех, которые были определены учеными и проверены на практике в некоторых странах мира за последние 40-50 лет.

Ориентируясь на немедленную прибыль, чаще всего фермеры упускают из виду особенности преимущества. Уже было показано, что в условиях успешного управления технологией консервативного земледелия с агротехнической и педологической точек зрения урожайность культур значительно увеличивается. Споры по поводу применения этой системы обусловлены высокими ценами на сельскохозяйственное оборудование, особенно сеялки. Сеялки no-till

отличаются по конструкции, особенно в том, что касается их веса и способности диска вносить семена в необрабатываемую почву. По сути, сеялка no-till напоминает механически необрабатываемую почву, покрытую органическими остатками. В Республике Молдова ассортимент такого оборудования разнообразен и в то же время неоднозначен. Многие фермеры были разочарованы некоторыми сеялками, купленными для системы консервативного земледелия. Их неэффективность сказалась в процессе посева. Таким образом, выбор правильного оборудования в этой системе является одним из основных приоритетов для начинающего фермера. Более того, они довольно дорогие, как уже упоминалось выше. Далее будет продемонстрировано обоснование покупки сеялок no-till и период восстановления в условиях успешного управления консервативным земледелием.

Цена сеялок была проанализирована в сравнении с уровнем прибыли, полученной предприятием, чтобы продемонстрировать период восстановления приобретенного оборудования. За основу были взяты сеялки трех типов: OZDOKEN по цене 19 000 евро, SOLA по цене 25 000 евро и AMAZONE (ED) – 40 000 евро.

В Таблице 15.17 представлено соотношение между прогнозируемой чистой прибылью, основанной на расчете на га для каждой культуры и площади восстановления сеялки при посеве этой культурой.

**Таблица 15.17. Корреляция между прогнозируемой средней чистой прибылью и восстановлением засеянной поверхности в консервативном земледелии**

Культура	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Кукуруза на зерно	Рапс	Соя	Подсолнечник
Скорректированная чистая прибыль, полученная с 1 га в консервативном сельском хозяйстве, лей	7 000	5 000	8 000	4 000	8 000	8 000
Поверхность восстановления сеялка OZDOKEN, га	53	75	47	93	47	47
Поверхность восстановления сеялка SOLA, га	70	98	62	123	62	62
Поверхность восстановления сеялка AMAZONE, га	112	157	98	197	98	98

Чистая прибыль была рассчитана на основе закупочных цен 2018 года на производство этих культур. Согласно данным в Таблице 15.17, уровень чистой прибыли колеблется от 4 000 леев для кукурузы на зерно до 8 000 леев для технических культур. Очевидно, что уровень этого показателя может меняться из года в год, с одного периода года в другой, а уровень прибыли зависит, в некоторой степени, от закупочных цен. Считалось, что урожай, полученный в системе консервативного земледелия, увеличится, как заявлено в странах, применяющих эту систему – США, Канаде, Аргентине и т.д. Например, средняя урожайность с гектара озимой пшеницы прогнозировалась на уровне 50 ц, кукурузы на зерно – 65 ц. Можно было бы найти ряд вопросов относительно прогнозируемых количеств, но в Республике Молдова такие результаты уже есть. Есть примеры с рекордными урожаями озимой пшеницы, около 80 ц. Эту гипотезу рекомендуется учитывать и для других расчетных моделей.

Если сопоставить уровень закупочной цены сеялки с величиной чистой прибыли, рассчитанной на один гектар, то устанавливается минимальная площадь восстановления, засеянная соответствующей культурой сеялкой типа no-till. Таким образом, для восстановления сеялки OZDOKEN необходимо возделывать озимую пшеницу на площади 53 га, озимый ячмень на площади 75 га, рапс – 93 га, а кукурузу, подсолнечник и сою – на площади 47 га. Для двух других типов сеялок, SOLA и AMAZONE, площадь восстановления больше, и увеличение связано с более высокой ценой сеялок. Посевная площадь восстановления варьируется в зависимости от марки и культуры от 62 до 197 га.

В Республике Молдова насчитывается 6 109 агрохозяйств площадью более 10 га (0,7% от общего количества агропредприятий), которые зарегистрировали следующие доли в структуре хозяйств на региональном уровне: 0,3% от общего числа агрохолдингов в Кишиневе, 0,6% – из Северного региона; 0,6% – из Центрального региона, 0,9% – из АТО Гагаузия и 1% – из Южного региона.

Используемая сельскохозяйственная площадь (SAU) страны составляет 1 940 135,56 га. Агрохозяйства до 5 гектаров представляют 98% от общего количества владений и используют 29,4% от общего количества SAU. В пределах от 5 до 10 гектаров – 1,3% от общего количества хозяйств и используют 2,8% от общего SAU. Фермы площадью от 10 до 100 гектаров составляют 0,4% от общего количества ферм и используют 4,4% от общего количества SAU, а те, которые превышают 100 гектаров, представляют 0,3% от общего количества ферм и используют 63,4% от общего количества SAU (Национальное бюро статистики, 2014). В таких предприятиях есть возможность принятия консервативного земледелия и периода восстановления в ближайшее время.

Далее, на основании предыдущих данных (Таблица 15.17), суммируя восстановленные поверхности по каждой культуре, определяем период восстановления в соответствии со средней площадью агрохозяйства. Средняя площадь агрохозяйства определилась на трех уровнях: 1) 250 га; 2) 500 га; 3) 750 га (Таблица 15.18).

Таблица 15.18. Период восстановления сеялок no-till в зависимости от средней площади в АС

Культура	Сеялка OZDOKEN	Сеялка SOLA	Сеялка AMAZONE
Предприятие со средней площадью 250 га пахотных земель	1,4 ani	1,84 ani	2,94 ani
Предприятие со средней площадью 500 га пахотных земель	0,70 ani	0,92 ani	1,47 ani
Предприятие со средней площадью 750 га пахотных земель	0,47 ani	0,61 ani	0,98 ani

Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что на предприятии со средней площадью 250 га пахотных земель, с учетом структуры посевов, представленной в Таблице 15.18, строка 2, восстановление сеялки OZDOKEN будет достигнуто в течение 1,4 года или через два сельскохозяйственных года, сеялка SOLA восстановится через 1,84 года, AMAZONE – 2,94 года. В случае сельскохозяйственных угодий со средней площадью около 500 га, сохраняющих те же параметры (Таблица 15.18, строка 3), восстановление сеялки OZDOKEN будет достигнуто в течение 0,7 лет, или в течение одного сельскохозяйственного года, сеялка SOLA восстановится через 0,92 года, AMAZONE – 1,47 года. В третьем случае в хозяйствах со средней площадью 750 га при тех же условиях (Таблица 15.18, строка 4) восстановление сеялки OZDOKEN будет достигнуто в течение 0,47 лет или в течение одного сельскохозяйственного года. Сеялка SOLA восстановится через 0,61 года, AMAZONE – 0,98 года.

Самый короткий период восстановления относится к субъектам с наибольшими площадями пахотных земель и, соответственно, самые длительные периоды относятся к хозяйствам с наименьшими площадями сельскохозяйственных угодий. Самый длительный период восстановления составляет 2,94 года при восстановлении сеялки AMAZONE на ферме со средней площадью 250 га. Самый короткий период восстановления, всего 0,47 года или один сельскохозяйственный год, относится к сеялке OZDOKEN на фермах со средней площадью 750 га. Систематизируя эти результаты, считается допустимым трехлетний период восстановления сеялок, предназначенных для системы консервативного земледелия для выращивания полевых культур, хотя для некоторых фермеров этот период также может быть обременительным.

### Выводы об эффективности использования средств фитосанитарного назначения

- 1) Среднее увеличение затрат на включение PFS в указанные культуры составляет 27,03% в консервативном сельском хозяйстве по сравнению с традиционным на единицу площади.
- 2) В консервативном земледелии затраты на продукты фитосанитарного назначения, рассчитанные на 1 ц производства, сократились примерно на 16,7 % в почвенной работе на единицу продукции.
- 3) В консервативном земледелии, по сравнению с традиционным, доля затрат на PFS увеличивается с 16% до 54% на единицу площади в зависимости от культуры.



- 4) Для сеялок no-till по цене до 40 000 евро период восстановления может составлять максимум до 3 лет в зависимости от выращиваемых культур.
- 5) Эффективность консервативного земледелия увеличивается с увеличением посевных площадей.
- 6) Хозяйствами, пригодными для системы консервативного земледелия в Республике Молдова, считаются 0,3% от общего числа (те, которые имеют более 100 га) и используют 63,4% сельскохозяйственной площади.

Сравнительный анализ, представленный со ссылкой на использование PFS и восстановление сеялок, в какой-то степени демонстрирует экономическую рациональность принятия консервативного земледелия на местном уровне, хотя есть достаточные аргументы, которые ставят под сомнение эффективность технологии no-till. В любом случае, фермеры, заинтересованные в применении этой системы (КЗ), на первом этапе должны тщательно проанализировать свои профессиональные и финансовые возможности, чтобы самостоятельно найти ответ на вопрос о том, существует ли экономическая эффективность в системе консервативного земледелия для предприятия. Ответ придет не сразу, и переход на эту систему продлится несколько лет. Так и должно быть: шаг за шагом, поле за полем, культура за культурой – чтобы понять и узнать все особенности этой технологии. Представленные расчеты являются лишь подходом, который может быть допустимым в указанных условиях, но может быть чуждым для других ситуаций. Поэтому каждая ситуация должна анализироваться отдельно, путем расчетов и определения резервов для оптимизации.

#### **15.4. ВЛИЯНИЕ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ НА КОНСЕРВАТИВНОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО**

От значительного интереса и вмешательства со стороны государства за последние полвека, сельское хозяйство выиграло, возможно, больше, чем любой другой сектор экономики. Хотя можно переоценить влияние политики на процесс принятия фермерами решений, растет понимание того, что предоставление государственной поддержки в виде гарантированных цен производителей, субсидий на сырье, платежей за дефицит, дешевых кредитов, поощряло и способствовало массовым инвестициям фермеров в расширение производственных мощностей. Некоторые авторы характеризуют доминирующую форму сельского хозяйства, по крайней мере в развитых странах, как промышленную. Это связано с сохраняющейся тенденцией к более крупным единицам, региональной специализацией, более интенсивной обработкой почвы, повышенной зависимостью от агрохимикатов и, во многих местах, перепроизводству. Учитывая связанные с этим воздействия на качество почвы, воды и среды обитания дикой природы, некоторые авторы оценивают сельскохозяйственную политику как фактор, способствующий деградации окружающей среды (ОСДЕ, 1998).

В этом контексте многие правительства вводят разнообразные программы для поощрения внедрения системы консервативного земледелия. Посредством предоставления консультационных услуг, грантов и снижения налогового бремени, эти инициативы дают неплохие результаты. Например, успех в продвижении практики консервативного земледелия в некоторых развивающихся странах, особенно в Латинской Америке, заслуживает внимания. Действительно, многие программы, продвигающие консервативное земледелие во всем мире, были относительно неэффективными из-за противоречий в существующих программах субсидирования. Например, политика, направленная на содействие устойчивому сельскому хозяйству, может быть подорвана другими действиями, как, например, политикой поддержки эрозивных культур, таких как арахис и табак, или слабыми или медленными усилиями в области исследований и расширения внедрения.

Некоторые исследования показали, что финансируемое правительством расширение КЗ оказывает положительное влияние на его внедрение. Например, опыт предприятия на юго-западе провинции Онтарио (Канада) продемонстрировал, что одна лишь субсидия, покрыва-

ющая 20% общих расходов, может заставить фермера перейти от традиционного сельского хозяйства к консервативному. Тем не менее, исследование предполагает, что переход на постоянные покровные культуры, такие как люцерна, потребует гораздо больше вложений. Район с высокой урожайностью – эродированные земли значительно возрастут, а земли с более низкой урожайностью будут превращены в пастбища. Тем не менее, аналогичное исследование показывает, что трудно достичь значительного уровня предотвращения эрозии почвы путем налогообложения, что приводит к значительному снижению чистой прибыли.

Помимо работ по консервативному земледелию, обзоры новых с/х схем и методов в Европе могут предоставить информацию о влиянии политики сохранения на поведение фермеров. Эти схемы были разработаны благодаря постепенному преобразованию режима субсидий в Европейском Союзе от поддержки производства к природоохранной деятельности. На основе исследований в Шотландии, например, показано, что компенсация не обеспечивает успех программ по внедрению КСХ, поскольку недостаточная осведомленность может ограничивать участие в них (Wynn и др., 2001). И наоборот, при лучшем информировании фермеров, последние проявляют большую активность, особенно если это соответствует ситуации на фермах, при этом затраты на соблюдение обязательных требований были снижены. Соответствующие затраты часто являются препятствием для принятия новых методов земледелия. Даже при увеличении сельскохозяйственных доходов на 5%, они могут стать барьером при привлечении фермеров. Эти факты европейской практики говорят о том, что одной финансовой поддержки недостаточно для того, чтобы стимулировать внедрение консервативного земледелия. Необходимо сочетать поддержку с другими усилиями, направленными на конкретные потребности агрохозяйств.

Учитывая негативное воздействие на окружающую среду за последние полвека, существует мнение, что разграничение поддержки сельского хозяйства и производственных решений стало бы наиболее эффективным способом для правительств государств при решении проблем деградации окружающей среды (ОСЕС, 1998). Существует дискуссия о средствах, как прямых, так и косвенных, с помощью которых правительства могут содействовать эффективному сельскому хозяйству.

При продвижении консервативного земледелия основной проблемой для лиц, принимающих решения, является следующий вопрос – Обеспечивает ли консервативное земледелие рентабельность фермерам? После решения этой неопределенности рекомендуется:

- образование и техническая помощь, если КСХ выгодно, но фермер не знает о технологии или ее прибыльности, или не имеет навыков для ее реализации;
- финансовая помощь, если КСХ не выгодно для отдельного фермера, но обеспечит значительные общественные выгоды;
- долгосрочные исследования и разработки;
- дифференцированное налоговое регулирование для участвующих фермеров, которые применяют консервативные технологии обработки почвы.

Финансовая помощь для внедрения различных методов консервативного земледелия активно практикуется в Европе, и в меньшей степени в Северной Америке. Такая помощь может иметь различные формы, такие как налоговые льготы на оборудование, прокат автомобилей, программы распределения затрат и прямые субсидии. Помощь также необходима при начальных инвестициях и затратах в переходный период, даже в тех случаях, когда внедрение КСХ не выгодно с точки зрения каждого отдельного хозяйства. Предполагается, что финансовая помощь важна и в случае, когда внедрение технологии приводит к чистой положительной прибыли фермеров. Институциональная поддержка, как правило, снижает риск, с которым сталкиваются аграрии при внедрении «неизвестной технологии», и, следовательно, снижает их потребность в подробной информации перед ее внедрением. Другими словами, для преодоления неприятия из-за вакуума информации, крайне необходима государственная поддержка.

Политический подход с минимальным вмешательством может быть сфокусирован на исследованиях и разработках, которые в конечном итоге позволяют повысить выгоды от внедрения консервативного земледелия за счет повышения производительности или снижения затрат. Этот подход основан на добровольном принятии и направлен на увеличение шансов, что делает практику более привлекательной. Тем не менее, исследования и разработки – это долгосрочная стратегия с неопределенной вероятностью успеха.

Неокончательный характер эмпирических исследований и разнообразность результатов позволяют предположить, что универсальный подход невозможен. Чтобы привести в гармонию различия между субъектами, производителями и экономическими условиями, необходим продуманный политический подход. Другими словами, политические механизмы, такие как субсидии или услуги по популяризации, распространению знаний и информации, могут быть привязаны к местоположению или, предпочтительно, к отдельным фермерам и их сельскохозяйственным операциям. Хотя целенаправленный политический подход является тяжелым административным бременем для лиц, принимающих решения, он может быть более продуктивным, чем унифицированный, и возможно станет наиболее эффективным средством стимулирования внедрения консервативного земледелия.

## **15.5. ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ПОЛИТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Специализированные политика и экономический анализ являются необходимыми условиями для правильной разработки и правильного назначения политик консервативного земледелия. Политологи и экономисты, заинтересованные в консервативном земледелии, могут использовать множество новых методов и способов мышления. Показатели устойчивости являются примером. Эти изменения представляют собой изменения в сельскохозяйственной практике, которые изменяют устойчивость сельскохозяйственной системы количественно, которые традиционный анализ не может охватить. Таким образом, показатели устойчивости помогают описать эволюцию продуктивности почвы с течением времени или представить ее состояние в условиях, которые лучше контрастируют с условиями консервативного земледелия и традиционного управления. Индикаторы устойчивости применимы на местном уровне к сельскохозяйственным системам, на промежуточных уровнях, таких как сообщество или регион, или на более высоких уровнях.

Аналитики, которым необходимо оценить привлекательность проектов, связанных с консервативным земледелием или конкурирующими методами ведения сельского хозяйства, могут предпринять ряд мер. Такие усилия важны, потому что некоторые из преимуществ принятия консервативного земледелия не появляются в обычных анализах затрат и выгод или в сравнениях между консервативным земледелием и альтернативными методами в строго определенных финансовых условиях.

### **Применение нерыночных методов**

Обычной практикой является использование методов нерыночной оценки для учета преимуществ и затрат, связанных с ценообразованием. Примеры включают эрозию почвы или потерю органических удобрений, когда навоз используется в качестве топлива, а не на сельскохозяйственных угодьях. Лучшие методы оценки для сравнения между консервативным земледелием и традиционными сельскохозяйственными методами включают затраты на замену, изменения производительности, прямые и косвенные подходы к замене, профилактические или смягчающие затраты, а также гипотетические или рыночные методы.

## **Истощение почвы как форма природного капитала**

Экономический анализ на уровне проекта может включать истощение почвы как форму природного капитала в обычные методы выращивания, что позволяет проводить более точные сравнения с консервативным земледелием. Это истощение представляет собой стоимость неустойчивого сбора урожая в дополнение к обычным затратам на производство. Это стоимость для пользователя, поскольку она приносит краткосрочную прибыль за счет будущих доходов. Упущение расходов пользователей приводит к переоценке чистых экономических выгод от нынешних методов выращивания сельскохозяйственных культур, которые истощают почвы. Существует несколько методов для расчета стоимости использования запасов природных ресурсов. Два общих подхода – это метод чистой цены и метод предельных затрат для пользователей.

## **Система бюджетирования на предприятиях**

Адекватный анализ окружающей среды включает в себя оценку изменений условий окружающей среды с точки зрения всего спектра поведенческих реакций, которые происходят. Когда фермеры принимают консервативное земледелие, можно ожидать множество дополнительных изменений, таких как изменения урожайности культур, изменения в мерах борьбы с вредителями, изменения сборов за сбор урожая для членов хозяйства (по полу) и так далее. По этой причине сравнительный анализ консервативного земледелия и альтернативных практик должен полностью подходить к сущности, чтобы охватить весь спектр поведенческих изменений. Анализ отдельных практик изолированно может даже дать вводящие в заблуждение результаты, когда определенные факторы сочетаются синергетически, чтобы поднять барьеры для принятия, которые не очевидны в противном случае.

## **Альтернативные методы оценки проекта**

В то время как проектная деятельность повсеместно использует анализ затрат и выгод, другие методы оценки являются многообещающими для оценки проектов или технологий консервативного земледелия. К ним относятся многокритериальный анализ, анализ экономической эффективности, анализ принятия решений, оценка воздействия на окружающую среду и методы участия. Многокритериальный анализ признает, что лица, принимающие решения, и мелкие производители имеют много запланированных целей при выборе решения о жизнеспособности сельскохозяйственных проектов и, соответственно, практики управления предприятием и т. д. Кроме того, различные методы компенсации, такие как кривые компенсации или более сложные аналитические методы, могут помочь оценить компромиссы между конкурирующими целями.

## **Субсидирование консервативного сельского хозяйства в Республике Молдова**

Республика Молдова является одной из наиболее неблагоприятных стран Европы и Центральной Азии, с высокой степенью уязвимости к изменению климата. Страна характеризуется умеренно-континентальным климатом, умеренно влажным, часто с повышенным дефицитом влажности почвы, частыми засухами, наводнениями, градом и морозами. Будучи напрямую зависимым от климатических условий, сельское хозяйство является одним из наиболее уязвимых секторов национальной экономики.

Консервативное земледелие – это способ ведения сельского хозяйства, позволяющий более эффективно сохранять, улучшать и использовать природные ресурсы посредством комплексного управления доступными ресурсами в сочетании с внешними стимулами.

Консервативная сельскохозяйственная система определяет любую технологическую систему, которая предназначена для экономии ресурсов (энергетических, материальных, человеческих, финансовых), а также сокращения или даже устранения агрессивных факторов, которые определяют и/или усиливают любую форму деградации почвы или других компонентов окружающей среды, по сравнению с традиционной системой.

Консервативные системы обработки почвы используют остатки предыдущего урожая для защиты почвы и сохранения влаги. Они являются имитацией человеком естественной защиты от разрушительных сил осадков и ветра, и могут стать отличной мерой для борьбы с эрозией сельскохозяйственных земель.

Субсидия предоставляется на приобретение предусмотренного оборудования no-till и mini-till и рассчитывается в виде компенсации в размере 30% от стоимости единицы, но не более 500 000 леев на бенефициара, для нового сельскохозяйственного оборудования, приобретенного в течение года субсидирования от поставщиков/дистрибьюторов в стране, или импортируемая напрямую сельскохозяйственным производителем, причем год производства начинается со второго года, предшествующего году субсидирования.

Эта промежуточная мера также охватывает новое сельскохозяйственное оборудование, приобретенное в рассрочку, начиная с третьего года, предшествующего году субсидирования, с годом производства не менее чем за три года до года субсидирования, для платежей, выплаченных в период с 1 ноября года, предшествующего году субсидирования – 31 октября текущего года субсидирования.

Для нового сельскохозяйственного оборудования, приобретенного начиная с третьего года, предшествующего году субсидирования, с годом производства не менее чем за три года до года субсидирования, через лизинговые компании на основе договора финансового лизинга, согласно Закону №. 59-XVI от 28 апреля 2005 г. «О лизинге», сельскохозяйственный производитель имеет право подать заявку на субсидию с уплатой последнего взноса и передачей права собственности на новые сельскохозяйственные машины и оборудование, а размер субсидии исчисляется из уплаченных взносов, за исключением лизинговых платежей: лизинговой процентной ставкой, обеспечением имущества.

Следующие расходы и товары не имеют права на грант:

- инвестиции, сделанные в муниципалитетах Кишинев и Бельцы;
- приобретение товаров у аффилированных лиц/предприятий;
- покупка поддержанных товаров;
- часть гранта, стоимость которой вычитается из стоимости инвестиции, отвечающей критериям расчета гранта;
- налог на добавленную стоимость;
- банковские сборы, расходы по банковской гарантии и аналогичные расходы;
- валютные расходы, налоги и убытки, вызванные обменом валюты;
- покупка недвижимости;
- менеджер по обучению/сборке;
- услуги по монтажу, сборке, механизированные работы, транспортные услуги, таможенные расходы;
- платежи, осуществляемые в обмен на товары (бартер), клиринг, операции и договоры уступки, а также через компании, зарегистрированные в оффшорных зонах.

Чтобы продемонстрировать выполнение обязательных минимальных критериев, характерных для вашего проекта, необходимо представить в ОТ АІРА всю убедительную информацию в этом отношении, и подтверждающие документы, которые будут поддерживать эту информацию.

Обязательные условия, которые должен выполнить заявитель, чтобы иметь возможность подать заявку на грант в Подмере 2.4. являются следующие:

1. приобретение товаров, подлежащих инвестициям, приемлемым для поставщиков и дистрибьюторов;
2. отсутствие задолженностей на момент подачи заявки на субсидию для уплаты налогов и сборов в национальный публичный бюджет;
3. принадлежность к одной из ассоциаций сельскохозяйственных производителей с общим или отраслевым профилем;
4. обоснование подтверждающими документами реализацию инвестиций (счета, платежные поручения, акты ввода в эксплуатацию);
5. не включение в Запрещающий список сельскохозяйственных производителей и не нахождение в процессе несостоятельности или ликвидации.

Информация о субсидировании оборудования для принятия консервативного сельского хозяйства, может быть найдена на официальной странице Агентства по интервенциям и платежам в сельском хозяйстве: [http: aipa.gov.md](http://aira.gov.md), где можно найти «Руководство кандидата для субсидий», связанных с «Подмерой 2.4. Стимулирование инвестиций для покупки оборудования no-till и mini-till».

## ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ

---

1. Сельское хозяйство Республики Молдова не обеспечивает устойчивого развития в экономическом, энергетическом, экологическом и социальном аспектах. Сельское хозяйство находится в системном кризисе. Для решения проблем, с которыми сталкивается сельское хозяйство, необходимо новое агроэкологическое видение, основанное на соблюдении всей системы сельского хозяйства, с восстановлением плодородия почвы, а не только на соблюдении технологий выращивания сельскохозяйственных культур.
2. Консервативная система сельского хозяйства (КСХ) - это альтернативный способ активизации сельского хозяйства, направленный на сокращение потребления неисчерпаемых источников энергии и их производных (минеральные удобрения, особенно азотные, пестициды, топливо и т.д.) вследствие постоянно растущих цен, с одновременным сокращением и адаптацией к изменению климата.
3. Консервативная система сельского хозяйства (КСХ) защищает почву как живой организм и основана на трех фундаментальных принципах, соблюдение которых имеет решающее значение:
  - минимальное нарушение почвы;
  - постоянное поддержание поверхности почвы, покрытой живой мульчей (закрепленной корнями в почве) и/или мертвой (растительные остатки на поверхности почвы);
  - большее разнообразие основных и последовательных культур в рамках севооборота, более высокая гетерогенность на уровне ландшафта с дифференцированным использованием элементов ландшафта (оптимальное соотношение пахотных земель, лугов, лесов, водохранилищ).
4. Соблюдение севооборота с большим разнообразием основных культур, в том числе со смесью бобовых и многолетних трав, и последовательное, с интеграцией растениеводческих и животноводческих отраслей, обеспечивает:
  - значительное сокращение использования химических средств в борьбе с болезнями, вредителями и сорняками путем их предотвращения;
  - замену механической обработки почвы с чрезмерным расходом топлива биологической работой, выполняемой почвенной биотой;
  - низкое потребление или исключение использования минеральных удобрений, особенно азотных.
5. Система удобрения в севообороте является предупредительной для всего севооборота, но не для каждой культуры в отдельности, ориентирована на восстановление органического вещества почвы как интегрального показателя плодородия почвы и основного источника энергии для функциональности почвенной биоты. Основное внимание в КСХ уделяется переработке питательных веществ и энергии в почве, но не использованию промышленных ресурсов, тем самым имитируя естественные экосистемы.
6. Существуют противоречивые мнения о способности КСХ улавливать углерод в почве, но преимущества КСХ не ограничиваются только захватом углерода в почве. Они связаны с уменьшением опасности эрозии почв и суммарного испарения, тем самым способствуя уменьшению последствий засухи, сокращению производственных расходов, сокращению выбросов парниковых газов за счет меньшего потребления промышленных материалов и др.

7. Переход на КСХ требует постепенного улучшения качества (здоровья) почвы путем удаления уплотнения почвы, высокой степени заражения многолетними сорняками, недостаточности азота и др.
8. КСХ находится в самом начале пути в Республике Молдова и требует системных исследований в рамках государственной программы научных исследований профильными и высшими учебными заведениями в тесном сотрудничестве с сельхозпроизводителями. Далее следует установить: совместимость различных основных и последовательных культур в севообороте; условия и порядок использования различных последовательных, смешанных и покровных культур; оптимальное количество растительных остатков для разных культур; правильный выбор сеялок; альтернативные способы борьбы с сорняками и др.
9. Преобладающая ориентация в сельском хозяйстве на повышение уровня производства и прибыли на данный момент не оправдана с агрономической и экономической точки зрения в условиях несоответствия цен на сельхозпродукцию и промышленные товары, что значительно снижает конкурентоспособность сельхозпроизводителей с ухудшением экономических, экологических и социальных ситуаций.
10. Для продвижения КСХ новый подход к выделению субсидий для аграрного сектора должен быть основан на предоставлении экосистемных и социальных услуг фермерам в случае соблюдения всей системы сельского хозяйства (очистка воды; более высокое качество продукции; снижение эффекта глобального потепления за счет меньших выбросов парниковых газов; увеличение разнообразия организмов по всей пищевой цепи, как на поверхности почвы, так и на почве и др.).



### Разделы 1-4 и 10

1. Albrecht W.A. The Albrecht papers, Vol. II-III, Kansas City, USA, Missouri, 1979.
2. Altieri M.A. Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture, USA, 1987.
3. Boincean, Boris and Rattan Lal. Conservation Agriculture on Chernozems in the Republic of Moldova. In: Soil Management of Smallholder Agriculture, CRC Press, 2015, p. 203-221.
4. Boincean B. Lucrarea solului – tendințe și perspective. Akademos, N3 (22), 2011, pp.61-67.
5. Boincean B.P., Dent D. (2020) Farming Forever. Proceedings of the International Scientific Conference in Balti, Republic of Moldova, 29-30 November, 2019, Springer (in print).
6. Boincean B., Nica L., Stadnic S., Bulat L. Fertilizarea și fertilitatea cernoziomului tipic din stepa Baltului. Akademos, nr.1 (20), 2011, p. 110-121.
7. Boincean B.P. Fifty years of field experiments with crop rotations and continuous cultures at the Selectia Research Institute of Field Crops. In: Soil as World Heritage, edited by David Dent, Springer, 2014, p. 175-200.
8. Boincean B. Ghidul Practic pentru Agricultura Ecologică. Eco-Tiras, 2016, 104 p.
9. Boaghii I.V., Bulat L.I. Primary soil tillage in rotations of the main field crops in Moldova. In: Soil as World Heritage, edited by David Dent, Springer, 2014, p. 273-282.
10. Conservation agriculture: [www.fao.org/ag/ca](http://www.fao.org/ag/ca)
11. Doran I.W., Sarrantonio M. and Liebig M.A. Soil health and sustainability. Advances in Agronomy, Sparks D.L. ed., 1996, vol.56, USA, p. 1-54.
12. Drawdown. The most comprehensive plan for ever proposed to reverse global warming. Edited by Paul Hawken, PENGUIN Books, 2017, 240 p.
13. Jan Diek van Mansvel and Boris Boincean. Justus von Liebig's transition from chemist to agronomist, adept of the ecological agriculture. Akademos, N4, 2017, p. 66-71.
14. Fred Magdoff and Harold Van Es. Building soils for better crops. Sustainable Soil Management, 2017, 294 p.
15. Frederick L. Kirshenman. Cultivating an ecological conscience. Essays from a Farmer Philosopher. Edited by Constance L.Falk, Counterpoint, Berkeley, 2010, 402 p.
16. John N. Landers. How and why the Brazilian Zero Tillage explosion occurred. International Soil Conservation Organization, USA, 1999, pp.1-20.
17. Jeff Moyer. Organic No-till Farming. Advancing No-till agriculture. Crops, Soil, Equipment, Acres USA, 2011, 204 p.
18. Judith D. Soule and Jan K.Piper. Farming in nature's image. An ecological approach to agriculture. Island Press, 1992, 287 p.
19. Grace Gershuny and Joseph Smillie. The Soul of Soil. A Guide to Ecological Soil Management. Third Edition, ag Access, Davis, California, 1995, 174 p.
20. Jaan K.Whalen and Luis Sampedro. Soil ecology and management. Modular Texts. CAB International, 2010, 296 p.
21. Howard Sir Albert. An agricultural testament. Oxford University Press, Great Britain, 1943.
22. Kassam A., Frederich T. and Derpsch R. Global spread of Conservation Agriculture. International Journal of Environmental Studies, 2018, pp.1-23.
23. Krupenikov I.A., Boincean B.P., Dent D.L. The Black Earth. Ecological Principles for Sustainable Agriculture on Chernozem Soils. Springer Science – Business Media, 2011, 143 p.
24. Khan S.A., Mulvaney R.L., Ellsworth T.R. and Boast C.W. The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration. Environment Quality, 36, 2007, p. 1821-1832.
25. Brown, Lester R.. State of the World. 1996. W.W. Norton and Company, New York, London, 249 p.
26. Mitchell J.P., Reicosky D.C., Kuenemon E.A., Fisher I. and Beck D. Conservation agriculture systems, CAB Review, 2019. N14, p.1-25.
27. Mulvaney R.L., Khan S.A. and Ellsworth T.R. Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: a global dilemma of sustainable cereal production. Environment Quality, 38, 2009, pp.2295-2314.
28. Methods for assessing soil quality. SSSA Special Publication Number 49, 1996, 410 p.
29. Montgomery David and Anna Bikle. The hidden half of nature. The microbial roots of life and health; W.W.Norton and Company New York, London, 2016, 309 p.

30. Rattan Lal. The plow and agricultural sustainability. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2009, N33, p. 66-87.
31. Rattan Lal. Constraints to adopting No-till farming in developing countries. *Soil and Tillage Research*, 2007, Elsevier ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))
32. Stephan R. Gliessman. *Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Lewis Publishers, Boca Ratan, Editor Eric Engles, 2000, CRC Press, 357 p.
33. Schumacher E.F. *Small is beautiful. Economics as if people mattered*. Perennial library, New York, 1989.
34. *Soil and Men. Yearbook of agriculture*, 1938. USDA, Washington, USA.
35. Smith S. Is there farming in agriculture's future? The impact of biotechnology. *College of agriculture and life sciences lecture series*, University of Vermont, November 14. 1991.
36. Special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security and green-house gas fluxes in terrestrial ecosystems (SR2). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 32 p.
37. Боинчан Б.П. Экологическое земледелие в Республике Молдова (севооборот и органическое вещество почвы), Chişinău, Ştiinţa, 1999, 269 с.
38. Вильямс В.Р. Учение об обработке почвы и системах восстановления плодородия почвы. Полное собрание сочинений, Москва, 1949, том.3.
39. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. Изд-во АН СССР, 1952.
40. Докучаев В.В. Избранные сочинения, т.1-2, ОГИЗ, Москва, 1948.
41. Измаильский А.А. Как высохла наша степь. ОГИЗ, Сельхозгиз, М.,Л.,1937, 75 с.
42. Кибасов П.Т. Обработка почвы под полевые культуры, Кишинев, Карта Молдовеняскэ, 1982, 235 с.
43. Костычев П. Обработка и удобрение чернозема. Изд.АФ.Девриена, Санкт-Петербург, 1892, 303 с.
44. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М.: Изд-во АН СССР, 1958.
45. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв нечерноземья, РАСХН, ГНУВНИПТИОУ, 2004, 630 с.
46. Мальцев Т.С. Думы об урожае, т. 1-2, Южно-Уральское книжное издательство, 1983.
47. Овсинский И. Новая система земледелия. Перевод с польского С. Сикорского, 1909, 229 с.
48. Моргун Ф.Т., Шикун Н.К. Почвозащитное бесплужное земледелие, Москва, Колос, 1984, 276 с.
49. Сидоров М.И. Плодородие и обработка почвы. Центрально-черноземное книжное издательство, Воронеж, 1981, 95 с.
50. Соколовский А.Н. Сельскохозяйственное почвоведение, Сельхозгиз, Москва, 1956, 335 с.
51. Тулайков Н.М. Избранные сочинения. Издательство с/х литературы, журналов и плакатов, Москва, 1963, 311 с.
52. Э.Фолкнер. Безумие пахаря. Государственное Издательство сельскохозяйственной литературы, Москва, 1959, 276 с.
53. 18-й Отчет Плотнянской сельскохозяйственной опытной станции князя П.П.Трубецкого за 1912 год, Одесса, 1913, 380 с.

### **Разделы 6-7, 9, 11 и 12-14**

1. Agricultural water quality. Best management practices. Perennial Cover Crops in Orchards and Vineyards [http://www.yolorcd.org/documents/perennial\\_cover\\_crops.pdf](http://www.yolorcd.org/documents/perennial_cover_crops.pdf)
2. Andrieş S., Măsurii și procedee de optimizare a regimului de fosfor în sol, În *Akademios*, 2016, N2, p. 94-102
3. Babuc Vasile, *Pomicultura*, Chişinău, Tipografia centrală, 2012- 664 p
4. Brady, N.C. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Pub. Co., N.Y.
5. Carbon to Nitrogen Ratios in Cropping Systems <https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA.../download?cid...ext..>
6. Cimpoieş Gh. *Cultura mărului*, Chişinău Bons Offices, 2012. 382 p.
7. Conservation tillage/seeding equipment. Farm mechanization factsheet. 224.650-1. British Columbia. Ministry of Agriculture, 6 p.
8. Corn and soybeans. Crop Residue Guide, USDA, NRCS <https://www.mssoy.org/uploads/files/nrcs-ag-67.pdf>
9. Delgado, J.A., W. Reeves and R. Follett. 2006. Winter Cover Crops. P. 1915-1917. In R.Lal (ed.) *Encyclopedia Soil Sci.* Markel and Decker, New York, NY .
10. Derpsch, R., 2008, Critical Steps to No-till Adoption, In: *No-till Farming Systems*. Goddard, T., Zoebisch, M.A., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A. and Sombatpanit, S., Eds., 2008, WASWC. p 479-495

11. Duiker, S., Myers, J.C., 2005. Steps Towards a Successful Transition to No-till. Coll. Agric. Sci., Agric. Res Coop. Ext., Penn State Univ., p. 36.
12. Duiker, S.J. and J. Myers. 2005. Better Soils with the No-till System. [http://panutrientmgmt.cas.psu.edu/pdf/rp\\_better\\_soils\\_with\\_noTill.pdf](http://panutrientmgmt.cas.psu.edu/pdf/rp_better_soils_with_noTill.pdf)
13. Guș P., Rusu T., Stănilă S., Lucrările neconvenționale ale solului și sistema de mașini. Risoprint, Cluj-Napoca, 2003, 200 p.
14. Guy K. Ames and Rex Dufour Soils and Sites for Organic Orchards and Vineyards ATTRA <https://attra.ncat.org/attra-pub/download>
15. Herbicides Resistance Action Committee/ Global classification look up. <http://hracglobal.com/tools/classification-lookup>
16. Kaspar, T.C., J.K. Radke and J.M. Lafen. 2001. Small grain cover crops and wheel traffic effects on infiltration, runoff, and erosion. J. Soil Water Conserv. 56:160-164.
17. Krupenikov I., Ursu A., Junghietu, I. Influența plantațiilor forestiere asupra proceselor eroziunii prin apă și vânt. În ”Eroziunea solului. Esența, consecințele, minimalizarea și stabilizarea procesului” Pontos, Chișinău, 2004, 476 p.
18. Lazari I., Șuşu Gh., Furnic A., și alții Buruieni larg răspândite pe teritoriul Republicii Moldova, Chișinău, 1999, 266 p.
19. Leah N., Starea agrochimică a solurilor terenurilor agricole în ȘCF în domeniul AC. PPP, 2018.
20. Magdoff Fred and Harold van Es. Building soils for better crops, 2nd ed. 230 p.
21. Magdoff Fred and Harold van Es. Building soils for better crops, 3rd ed. 394p <https://www.sare.org/Learning-Center/Books/Building-Soils-for-Better-Crops-3rd-Edition/Text-Version>
22. Managementul durabil al terenurilor, 2015. Gheorghe Cainarean, Gh. Jigău, D. Galupa, [et al.]; resp. de ed.: A. Fala; ACSA, – Chișinău, 192 p.
23. Managing Cover Crops Profitably, SARE, Third edition, <https://www.sare.org/Learning-Center/Books>
24. McSorley, R. and R.N. Gallagher. 1994. Effect of tillage and crop residue management on nematode densities on corn. J. Nematol. 26:669-674
25. Nicolaev, Neonila. Herbologie aplicată: Concepție ecologică de combatere complexă a buruienilor în agroecosisteme. Ch.:Cozara, 2008-307p
26. Norton R. (1988) Windbreaks: Benefits to orchard and vineyard crops. Agriculture, Ecosystems and Environment 22/23:205–213.
27. Perdelele forestiere și beneficiile lor pentru horticultură. Broșură destinată instituțiilor de învățământ profesional, Galupa Dm., Gabriela Isac., Chișinău, 2019.
28. Producerea caiselor/Ananie Peșteanu, Valerii Manziuc, Andrei Cumpanic [et.al] Proiectul APM-Agricultura Performantă în Moldova. – Chișinău: S.n., 2018 (Tipogr. Print-Caro), 292 p.
29. Registrul de stat/ Î.S. “Centrul de Stat pentru Atestarea și Omologarea Produselor de Uz Fitosanitar și a Fertilizanților” <http://www.pesticide.md/registrul-de-stat/>
30. Reicosky D.C., Wilts A.R., Crop-residue management. In ”Enciclopedia of soils in the environment”, Academic Press, First edition, 2004, V-1, p. 334-338.
31. Sidorov M., Vanicovici Gh., Coltun V., Nicolaev N., Boincean Boris. Agrotehnica. Bălți, Presa universitară bălțeană, 2006, 298 p.
32. Singh V.P., K.K. Barman, Raghwendra Singh and A.R Sharma /Weed Management in Conservation Agriculture Systems. In M. Farooq, K.H. M. Siddique (eds.) *Conservation Agriculture*, © Springer International Publishing Switzerland, 2015, 662p.
33. Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=355945>
34. Vineyard Management Practices and Carbon Footprints. Carbon Footprints, Emissions and Sequestration 4 p. <https://www.sustainablewinegrowing.org/>
35. Wall Patrick C., Thierfelder Christian., The Role and importance of Residues/ Tehnical bulletin, on-line [http://www.fao.org/ag/ca/Training\\_Materials/Leaflet\\_Residues.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/Leaflet_Residues.pdf)
36. Wolfe, D. 1997. Soil Compaction: Crop Response and Remediation. Report No. 63. Cornell Univ., Department of Fruit and Vegetable Science, Ithaca, N.Y .
37. Wright, S.F. and A. Upadhyaya. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. Plant Soil 198:97-107.

38. Загорча К.Л., Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах, Кишинёв, Штиинца, 1990, 270 р.
39. Защитное лесоразведение в СССР. Под ред. Павловского Е. С./Абакумов Б. А., Бабено Д.К., Барте-нев И.М. и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 263 с.
40. Корси, Сандра, 2017. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, Анкара, 141 с.
41. Кроветто Карлос К. No-till. Взаимосвязь между No-till, растительными остатками, питанием расте-ний и почвы/Днепропетровск,2007.-236 с.
42. Марченко В.В. Управление растительными остатками – основа консервативной системы земледе-лия/ Устойчивое земледелие/Курс лекций для агрономического факультета/ <https://moodle.uasm.md/moodle/course/view.php?id=518>
43. Нулевая обработка почвы/Руководство по производству/Опубликовано Ассоциацией фермеров, применяющих технологию нулевой обработки почвы, в Манитобе и Северной Дакоте, 1991, 41 с.
44. Паладийчук А.Ф. Эффективность и технология выращивания защитных лесонасаждений в Мол-давии. Кишинев «Штиинца», 1986, 107 р.
45. Припоров Е.В., Левченко Д.С., Анализ сошников ресурсосберегающих технологий посева зерновых культур, Научный журнал КубГАУ, N109(05), 2015, on-line <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/23.pdf>
46. Ромашов Н.В. Влияние лесных полос на микроклимат и урожай. – in ”Труды Молдавской лесной опытной станции”. Кишинев.1958, вып.1.

## Раздел 8

1. Altman A., Hasegawa P.M. 2012. Plant Biotechnology and Agriculture. Prospects for the 21st Century. Academic Press, London. 286 p.
2. Andrieş S., Boincean B., Jigău Gh., ş.a. 2007. Cod de bune practici agricole. Chişinău: Mediul ambiant. 116 p.
3. Baker, C.J., Saxton, K.E., Ritchie, W.R., Chamen, W.C.T., Reicosky, D.C., Ribeiro, M.F.S., Justice, S.E. and Hobbs, P.R. (2007). No-tillage Seeding in Conservation Agriculture – 2nd Edn. CABI and FAO, Rome. 326 p.
4. Basch, G., Kassam, A., Friedrich, T., Santos, F.L., Gubiani, P. I., Calegari, A., Reichert, J.M. and dos Santos, D.R. (2012). Sustainable soil water management systems. In: Lal, R & Stewart, B. A. (Eds). Soil Water and Agronomic Productivity, Advances in Soil Science. 229- 289. CRC Press.
5. Bellon S., Penvern S., 2014. Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures. Springer. 382.
6. Biological control of pest using trichogramma: current status and perspectives, ed. by S.B. Vinson, S.M. Greenberg, T.-X. Liu, A. Rao, L.T. Volosciuk. 2016. Northwest A&F University Press, China. 496 p.
7. Boincean B. Provocări și perspective în dezvoltarea durabilă a sectorului agrar. Akademos, nr. 2. 2018, p. 55-63.
8. Brown L. World on the Edge: How to Prevent Environmental and Economic Collapse. 2011. Earth Policy Institute. 174 p.
9. Chandler D., Greaves J., Prince G., Tatchell M., Bailey A. Biopesticides: Pest Management and Regulation. CABI, 2010. 256 p.
10. Coombs Amy. Fighting Microbes with Microbes. The Scientist. Retrieved 18 April 2013. 240 p.
11. Crop Protection 2016, edited by Harry Brook and Mark Cutts., 2016. Edmonton, Alberta. 585 p.
12. Dumansky, J., Reicosky, D.C. and Peiretti, R.A. (2014). Pioneers in soil conservation and Conservation Agriculture. Special issue, International Soil and Water Conservation Research 2(1), March 2014.
13. Jat, R.A., Sahrawat, K.L. and Kassam, A.H. (eds) (2014). Conservation Agriculture: Global Prospects and Challenges. CABI, Wallingford. 393 p.
14. FAO (2014). What is Conservation Agriculture? FAO CA website (<http://www.fao.org/ag/ca/1a.html>)
15. FAO of the United Nations. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Conservation Agriculture. FAO, 2018. <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en/>
16. IPM (Future IPM in Europe). 2013. Book of abstracts. Pala Congressi. Italy. 335.
17. Farooq, M. and Siddique, K.H.M. (eds) (2014). Conservation Agriculture. Springer International, Switzerland. DOI : 10.1007/978-3-319-11620-4
18. Friedrich, T. (2013). Conservation Agriculture as a means of achieving Sustainable Intensification of Crop Production. Agriculture for Development 19: 7-11.

19. Kassam, A.H., Derpsch, R. and Friedrich, T. (2014). Global achievements in soil and water conservation: The case for Conservation Agriculture. *International Soil and Water Conservation Research* 2(1): 5-13. DOI : 10.1016/S2095-6339(15)30009-5
20. Kassam A.H., et al, 2018. Overview of the Worldwide Spread of Conservation Agriculture. Accessed at: <https://journals.openedition.org/factsreports/3966>
21. Koul O. 2011. Microbial biopesticides: opportunities and challenges. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 6: 1-26.
22. Kumar S. 2013. The role of biopesticides in sustainably feeding the nine billion global populations. *J. Biofertil. Biopest.* 4: 114.
23. Lacey L.A., Liu T.X., Buchman J.L., Munyaneza J.E., Goolsby J.A. and Horton, D.R. 2011. Entomopathogenic fungi (Hymenoptera) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato. *Biol Control*, 36: 271-278.
24. Lal R. Soil health and carbon management. In: *Food and energy security*. 2016, N 5(4).
25. Nawaz, M., Mabubu, J.I. and Hua, H. 2016. Current status and advancement of biopesticides: Microbial and botanical pesticides. *J Entomo Zool Stud.*, 4(2): 241-246.
26. Neil Helyer, Nigel D. Cattlin, Kevin C. Brown. 2014. *Biological Control in Plant Protection*. CRC Press. 568.
27. Pigginn, C., Haddad, A., Khalil, Y., Loss, S. and Pala, M. (2015). Effects of tillage and time of sowing bread wheat, chickpea, barley and lentil grown in rotation in rainfed systems in Syria. *Field Crops Research* 173: 57-67.
28. *Research in Organic Farming*, edited by Raumjit Nokkoul, 2016. InTechOpen. 198 p.
29. Scialabba N., 2015. *Organic Agriculture*. FAO, Roma. 105 p.
30. Tehnologii alternative de cultivare a grâului de toamnă în Republica Moldova (Ghid) /Colectiv de autori, sub red. Boincean B./ Bălți, 2013. 68 p.
31. Toncea I., Simion E., Nițu G., Alexandrescu D., Toncea V. *Manual de agricultură ecologică*. Cluj-Napoca, 2012. 360 p.
32. IFOAM, 2015. *Transforming food & farming: an organic vision for Europe in 2030*. Brussels, 38.
33. Van Lenteren, J.C. 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Bio Control.*, 57: 1-20.
34. Volosciuc L.T., 2009a. *Biotehnologia producerii și aplicării preparatelor baculovirale în agricultura ecologică*. Chișinău. Mediul ambiant, 262.
35. Volosciuc L.T., 2009b. *Probleme ecologice în agricultură*. Chișinău. Bons Offices. 264.
36. Voloșciuc L.T. *Combaterea Integrată a Organismelor Dăunătoare (Ghid)*. Chișinău. Federația agricultorilor din Moldova. 2018. 65 p.
37. Voloșciuc L.T. *Producerea culturilor cerealiere și leguminoase pentru boabe în sistem ecologic*. Chișinău. 2019. 65 p.
38. Volosciuc L., Josu V., 2014. *Ecological Agriculture to Mitigate Soil Fatigue*. *Soil as World Heritage* (Editor David Dent). Springer. p. 431-435.
39. Voloșciuc L., Pânzaru B., Lemanov N., Nicolaev A., Șcerbacov T., Nicolaev S., Zavtoni P., Moraru L., 2015. Recent achievements in microbiological plant protection. *Journal of ASM. Life Sciences. Plant and Animal Biotechnology*. 2(326). 178-183.
40. Vronshih M. *Protecția plantelor*. Chișinău. 2011. 96 p.
41. Willer Helga, Lernoud Julia., 2015. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends*. FiBL, IFOAM. 309 p.
42. Witzgall, P., Kirsh, P., Cock, A. 2010. Sex pheromones and their impact in pest management. *J Chem. Ecol.*, 36: 80-100.
43. Xu, X.M. 2011. Combined use of biocontrol agents to manage plant diseases in theory and practice. *Phytopathol.*, 101: 1024-1031.
44. Yang, M.M., Li, M.L., Zhang, Y., Wang, Y.Z., Qu, L.J. and Wang, Q.H. 2012. Baculoviruses and insect pests control in China. *Afr. J Microbiol. Res.*, 6(2): 214-218. 571.
45. Бойнчан Б.П. Экологическое земледелие в Республике Молдова. Chișinău. Știința. 1999. 270 с.
46. *Борживой Шарпатка, и др. Органическое сельское хозяйство. Оломоуц, 2010, 400 с.*
47. *Вронских М.Д. Технологии возделывания полевых культур и развитие вредителей и болезней. Chișinău. Pontos. 2005, 290 с.*

48. Захаренко В.А. 2015. Биопестициды и средства защиты растений с небоицидной активностью в интегрированном управлении фитосанитарным состоянием зерновых агроэкосистем. Агрохимия. 6, 64-76.
49. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Экологические основы интегрированной защиты растений. М., 2007, 568 с.

## Раздел 15

1. Bajura, T., Stratan, A. și Scobioală, P. 2019. Tarife de costuri în agricultură. Chișinău : INCE, 2019, p. 157. ISBN 978-9975-4453-2-0.
2. Biroul național de statistică. 2014. Studiul tematic privind dotarea exploatațiilor agricole ale Republicii Moldova cu construcții agricole, mijloace tehnice și echipamente. Chișinău : FAO Moldova, 2014.
3. Cainarean, Gh., Jigău, Gh. și Galupa, Dm. 2015. Managementul durabil al terenurilor. [ed.] Fala A. Chișinău : ÎS „Tipografia Centrală”, 2015, 192 p.
4. Cerbari, V., și alții. 2012. Remedierea stării de calitate și capacității de producție a cernoziomurilor obișnuite din sudul Moldovei sub influența unor măsuri fitotehnice. Mediul ambiant. 2012, 1 (61).
5. Crosson, P. 1981. Conservation tillage and conventional tillage: a comparative assessment. Ankerly : Soil conservation societaty of America, 1981.
6. FAO. 2001. The economics of conservation agriculture. Roma : Editura FAO, 2001. ISBN 92-5-104687-5.
7. Kirby, G., Hristova, V. și Murti, S. 1996. Conservation tillage and ley farming in the semi-arid tropics of northern Australia: some economic aspects. Australian Journal of Experimental Agriculture. 1996, 36(8).
8. Mueller, D., Klemme, R. și Daniel, T. 1985. Short- and long-term cost comparisons of conventional and conservation tillage systems in corn production. 1985, Vol. 40(5), p. 466-470.
9. OCDE. 1998. The environmental effects of reforming agricultural policies. Paris: Editura OCDE, 1998.
10. Pretty, J. 1995. Regenerating agriculture. Earthscan publications. 1995.
11. Rurac, M. 2017. Ce reprezintă agricultura conservativă. www.agroexpert.md. [Interactiv] 2017.
12. Stonehouse, D. și Bohl, M. 1993. Selected government policies for encouraging soil conservation on Ontario cash-cropping farms. Journal of Soil and Water Conservation. 1993, 48(4).
13. Uri, N. și alții. 1999. Conservation tillage in US agriculture: environmental, economic and policy issues. New York : Editura Haworth Press, 1999.
14. Wandel, J. și Smithers, J. 2000. Factors affecting the adoption of conservation tillage on clay soils in southwestern Ontario, Canada. American Journal of Alternative Agriculture. 2000, 15(4).
15. World Bank. 1998. Implementation completion report Brazil: land management project Parana (Loan 3018-BR). Washington, DC : Environmentally and Socially Sustainable Development Sector Management Unit, Latin America and the Caribbean Region, 1998.
16. Wynn, G., Grabtree, B. și Potts, J. 2001. Modelling farmer entry into the Environmentally Sensitive Area schemes in Scotland. Journal of Agricultural Economics. 2001, 52(1).



