



Продовольственная и сельскохозяйственная  
организация Объединенных Наций



# ПОЧВОЗАЩИТНОЕ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебное пособие для консультантов по распространению  
сельскохозяйственных знаний и фермеров в Восточной Европе и Центральной Азии





# ПОЧВОЗАЩИТНОЕ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебное пособие для консультантов  
по распространению сельскохозяйственных знаний  
и фермеров в Восточной Европе и Центральной Азии

**Сандра Корси**

Под руководством и общей редакцией  
доктора сельскохозяйственных наук, профессора  
Хафиза Муминджанова

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ  
ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Анкара, 2017

Используемые обозначения и представление материала в настоящем информационном продукте не означают выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ или рубежей. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей, независимо от того, запатентованы они или нет, не означает, что ФАО одобряет или рекомендует их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.

Мнения, выраженные в настоящем информационном продукте, являются мнениями автора (авторов) и не обязательно отражают точку зрения или политику ФАО.

ISBN 978-92-5-409740-0

© ФАО, 2017

ФАО приветствует использование, тиражирование и распространение материала, содержащегося в настоящем информационном продукте. Если не указано иное, этот материал разрешается копировать, скачивать и распечатывать для целей частного изучения, научных исследований и обучения, либо для использования в некоммерческих продуктах или услугах при условии, что ФАО будет надлежащим образом указана в качестве источника и обладателя авторского права, и что при этом никоим образом не предполагается, что ФАО одобряет мнения, продукты или услуги пользователей.

Для получения прав на перевод и адаптацию, а также на перепродажу и другие виды коммерческого использования, следует направить запрос по адресу: [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) или [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Информационные продукты ФАО размещаются на веб-сайте ФАО ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)); желающие приобрести информационные продукты ФАО могут обращаться по адресу: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).

**Фото на обложке:** Б. Сафаров, С. Корси, Х. Муминджанов

**Отпечатано в Турции**

## СОДЕРЖАНИЕ

Сокращения .....	vi
Предисловие .....	vii
Благодарность .....	ix
<b>1. Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Потребность в переменах – устойчивая интенсификация производства .....</b>	<b>7</b>
2.1 Здоровые почвы и устойчивое сельское хозяйство .....	9
2.2 Цели обработки почвы и землепользования для обеспечения устойчивого сельского хозяйства .....	19
<b>3. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие .....</b>	<b>27</b>
3.1 Ограничения и решения, касающиеся внедрения и применения ПРЗ .....	29
3.2 Политика и роль институциональной поддержки при внедрении и распространении ПРЗ .....	37
<b>4. Оборудование и техника для прз .....</b>	<b>41</b>
4.1 Оборудование для борьбы с сорняками .....	41
4.2 Оборудование для обращения с остатками растений и возделывания покровных культур .....	41
4.3 Оборудование для .....	45
<b>5. Мероприятия в системах прз .....</b>	<b>61</b>
5.1 Обращение с растительными остатками .....	61
5.2 Предпосевная агротехника возделывания покровных культур и борьба с сорняками .....	62
5.3 Прямой посев (с нулевой обработкой почвы) .....	67
5.4 Послепосевные работы .....	72
5.5 Фитосанитарный контроль .....	72
5.6 Питательный режим .....	76
<b>6. Разработка комплекса агротехнических приемов для особых целей .....</b>	<b>81</b>
6.1 Характеристика покровных культур .....	81
6.2 Внедрение покровных культур в систему севооборотов .....	95
<b>7. Механизм принятия решений для определения наиболее подходящих систем, основанных на использовании покровных культур .....</b>	<b>101</b>
<b>8. Рекомендации по внедрению и продвижению почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия и дополнительных надлежащих агрономических практик .....</b>	<b>109</b>
<b>9. Полевая школа фермеров как пример распространения сельскохозяйственных знаний .....</b>	<b>115</b>
Приложения .....	117
Глоссарий .....	140
Список литературы .....	142

## РИСУНКИ

1. Фермеры-участники демонстрационных полевых занятий в Узбекистане .....	4
2. Пример эрозии склона, приводящая к постепенной деградации почвы .....	8
3. Растительные остатки на поле, освоенном по технологии ПРЗ в Молдавии .....	9
4. Шкала уровня кислотности почвы .....	13
5. Почвенные организмы .....	18
6. Глубокая вспашка почвы с оборотом пласта .....	19
7. Микоризные грибы .....	22
8. Три принципа почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия .....	27
9. Пример совместного выращивания кукурузы и огурцов на приусадебном участке фермера .....	33
10. Совмещенный посев овса и гороха формирует высокий урожай сбалансированного состава корма и способствует улучшению состояния почвы .....	33
11. Пример чередования культур фермерами на небольших участках .....	34
12. Защита почвы остатками убранной пшеницы .....	36
13. Применение ранцевого опрыскивателя .....	42
14. Штанговый опрыскиватель для внесения гербицида .....	43
15. Деформирующий каток для прикатывания покровных культур .....	43
16. Уборка урожая сои и разбрасывание растительных остатков по полю .....	45
17. Нулевой посев при помощи ударной сеялки .....	46
18. Сеялка мотыжного типа для нулевого посева .....	47
19. Сеялки на гужевой тяге .....	48
20. Сеялка нулевого посева на мотоблоке .....	49
21. Сеялка для нулевого посева узкорядных культур .....	50
22. Сеялка нулевого сева Great Plains 1007NT .....	50
23. Пример расположения органов сеялки нулевого посева и типы режущих дисков .....	51
24. Примеры режущих дисков .....	51
25. Участники ПШФ в Армении знакомятся с сеялкой для нулевого посева .....	52
26. Металлический бункер для семян и пластмассовый бункер для минеральных удобрений .....	53
27. Пример механизма регулирования нормы высева семян .....	53
28. Двухдисковые сошники со смещенными дисками .....	56
29. Сеялка с долотовидными или анкерными сошниками .....	56
30. Диск (кольтер) для разрезания растительных остатков .....	57
31. Двухдисковые сошники .....	57
32. Долотовидный и двухдисковый сошники для внесения удобрений .....	58
33. Снегозадержание при помощи стерни в Северном Казахстане .....	62
34. Прямой посев пожнивной кукурузы в пшеничную стерню в Таджикистане .....	68
35. Конфигурация традиционных схем посева по сравнению с гребневым .....	70
36. Нарезка гребней для посева кукурузы в Кыргызстане .....	70
37. Посев ячменя, сильно заросший злостным сорняком — овсягом в Кыргызстане .....	73
38. Испытание сортов пшеницы и покровных культур в Таджикистане .....	85
39. Влияние скорости разложения пожнивных остатков на структуру почвы .....	87
40. Поле вызревающей пшеницы, возделываемой в системе ПРЗ в Армении .....	97
41. Диверсификация системы земледелия в Араратской долине .....	97

## ТАБЛИЦЫ

1. Основные принципы приспособления почв к изменению климата, смягчение его последствий и повышение устойчивости .....	11
2. Идеальные значения объемной плотности почвы и значения объемной плотности, лимитирующие развитие корней для почв различной текстуры, г/см <sup>3</sup> .....	12
3. Сравнение гребневой схемы ПРЗ с системами земледелия с применением полива затоплением .....	71
4. Примеры нежелательного чередования сельскохозяйственных культур.....	74
5. Примеры многофункциональных смесей покровных культур .....	87
6. Оценка количества азота, накапливаемого надземными частями различных покровных культур.....	88
7. Примеры улучшения структуры и разрыхления почвы с помощью травосмесей разных культур и технологии их возделывания .....	91
8. Почвозащитный покров в течение вегетационного периода покровных культур теплого сезона.....	92
9. Почвозащитный покров в течение вегетационного периода покровных культур холодного сезона.....	93
10. Оценка количества сухой массы, образуемой надземными частями некоторых покровных культур .....	94
11. Вегетационный цикл основных культур в севообороте .....	104
12. Вегетационный цикл покровных культур, которых можно включить в севооборот .....	104
13. Надлежащие агрономические практики по возделыванию культур .....	110
I. Характеристики основных полевых культур .....	119
II. Характеристика основных покровных культур .....	121
III. Основные покровные культуры с особыми свойствами.....	129
IV. Примеры чередования культур в системах, использующих покровные культуры .....	132
V. Примеры севооборотов на основе использования покровных культур, подходящих для условий Восточной Европы и Центральной Азии .....	133



## СОКРАЩЕНИЯ

<b>ВОП</b>	Визуальная оценка почвы
<b>ПОВ</b>	Почвенное органическое вещество
<b>ПОУ</b>	Почвенный органический углерод
<b>ПРЗ</b>	Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие
<b>ПШФ</b>	Полевая школа фермеров
<b>САК</b>	Семеноводческая Ассоциация Кыргызстана
<b>САТ</b>	Семеноводческая Ассоциация Таджикистана
<b>ФАО</b>	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций



## ПРЕДИСЛОВИЕ

**С**ельское хозяйство Восточной Европы и Центральной Азии является разнообразным по характеру и обладает огромным потенциалом для развития экономики стран региона посредством повышения урожайности и общей продуктивности продовольственных, кормовых и технических культур. В этом плане, почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (ПРЗ) сможет выполнить масштабную задачу по устойчивой интенсификации производственных систем в регионе.

Для того чтобы фермеры смогли перейти к использованию подходящих систем устойчивого производства, очень важно обеспечить их соответствующей благоприятной средой, а также доступом к знаниям и услугам (включая консультирование, механизацию, исследование рынка и др.).

Полевые школы фермеров (ПШФ) наилучшим образом подходят для обмена опытом и знаниями о ПРЗ, для повышения технического и научного потенциала национальных партнеров, способствуя широкомасштабному внедрению и применению устойчивой и жизнеспособной системы сельскохозяйственного производства. ПШФ, имея развитую сеть по передаче знаний, навыков и практик путем вовлечения и обучения фасилитаторов, а также через их связь с местными фермерами, позволяют наиболее полно охватить все информационно-практические стороны по внедрению и распространению новых технологий. Однако для обеспечения единого подхода в передаче знаний всегда необходимо иметь под рукой детальное руководство, которое не только предоставит необходимую информацию, но и поможет в формировании подходов по ее дальнейшей передаче.

Данное пособие разработано в качестве последовательного технического руководства для ПШФ и фасилитаторов служб по распространению сельскохозяйственных знаний о ПРЗ. Кроме того, руководство можно использовать в рамках академических курсов по подготовке специалистов в области сельского хозяйства в профильных учебных учреждениях.

Являясь «живым» документом, настоящее пособие будет регулярно обновляться, по мере накопления материалов и практического опыта.

Пособие знакомит пользователей не только с теорией и практикой внедрения ПРЗ, но и с материалом, необходимым для проведения самих обучающих занятий с фермерами в группах. Однако данное пособие не представляет собой обычное руководство или пошаговую инструкцию для внедрения, т.к. оно не содержит стандартных формулировок или универсальных рекомендаций, которые можно применить в определенной ситуации и не предлагает стандартных путей решения. В действительности, это руководство предлагает технические рекомендации по устойчивому внедрению ПРЗ, а также, что очень важно, рекомендует учитывать местные условия, приоритеты и имеющиеся ресурсы.

Данное руководство не служит пособием по организации целенаправленного дискуссионного процесса в группах. Каждая отдельная тема в нем рассматривается только в техническом или практическом аспекте. В целом, данное руководство изложено простым и доступным языком, но при этом используются специальные термины, которые будут полезны и для тех, у кого уже есть определенный агрономический опыт. При использовании термина в тексте в первый

раз, к нему дается пояснение, либо прямо в тексте, либо в отдельных сносках.

Руководство включает в себя восемь тематических разделов, материалы которых подготовлены и адаптированы специально для обучения консультантов (фасилитаторов) по распространению сельскохозяйственных знаний в рамках данного курса.

Прошедшие обучение фасилитаторы получают право на проведение даль-

нейших учебных курсов только после выполнения сезонной практической работы по внедрению систем ПРЗ в конкретных условиях.

Искренне надеемся, что изложенная в данном пособии информация поможет в развитии навыков передачи знаний и внедрения почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия среди широкой массы заинтересованных фермеров и специалистов.

## БЛАГОДАРНОСТЬ

Разработка учебного пособия «Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие в Восточной Европе и Центральной Азии» стала возможна благодаря ценным советам и предоставленным материалам специалистов стран региона, а также финансовой поддержке Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО).

В связи с чем, я бы хотела выразить признательность всем нижеперечисленным людям и организациям за оказанную ими прямую или косвенную помощь в работе над данным учебным пособием.

Подготовка данного пособия стала возможна благодаря поддержке и ценным указаниям Хафиза Муминджанова (специалиста по растениеводству и защите растений Субрегионального отделения ФАО для стран Центральной Азии), Аветика Нерсияна (специалиста по растениеводству и защите растений Регионального отделения ФАО для Восточной Европы и Центральной Азии), Джозефа Киензле (инженера Департамента растениеводства и защиты растений ФАО) и Алисона Ходдера (руководителя группы при Департаменте растениеводства и защиты растений ФАО).

Я благодарна консультационным компаниям в сфере сельского хозяйства – Общественному Объединению «АгроЛид» (Кыргызстан), кооперативу «Сароб» (Таджикистан), Семеноводческим Ассоциациям Кыргызстана (САК) и Таджикистана (САТ) и неправительственному Национальному агентству развития сельскохозяйственных районов «ACSA» (Молдавия), сотрудники которых всегда были готовы прийти на помощь и оказать содействие.



© ФАО/ С. Корси

**Доктор Сандра Корси,**  
Специалист по почвозащитным и  
ресурсосберегающим технологиям

Также, выражаю признательность за поддержку, полезные советы и ценную техническую помощь моим друзьям и коллегам из Департамента растениеводства и защиты растений ФАО, среди которых – Мануэла Аллара (специалист Программы по интегрированной защите растений) и Тоуфик Эласмар (технический эксперт), а также ответственным сотрудникам Представительств ФАО в странах региона.

За полезные обсуждения, а также конструктивные советы и предложения благодарности заслуживают Дебора Дювеског (эксперт по чрезвычайным ситуациям и развитию сельских общин Субрегионального отделения ФАО по Восточной и Центральной Африке), Омурбек Мамбетов и Жайыл Болокбаев (консультанты ФАО, Кыргызстан), Маруфкул Махкамов, Мунира Отамбекова и Бахромиддин Хусенов (консультанты ФАО, Таджикистан), Армен Довлатян (консультант ФАО,

Армения), Вахан Амирханян (руководитель проекта Европейской программы соседства по сельскому хозяйству и развитию сельских районов, ENPARD), Гагик Мкртчян (руководитель Фонда Армянской технологической группы), Унан Казарян (руководитель Научного центра почвоведения, мелиорации и агрохимии Армении), Нуне Саруханян (президент неправительственной организации «Зеленая тропа»), Теодор Фридрих (представитель ФАО на Кубе), Амир Кассам (эксперт по почвозащитному и ресурсосберегающему земледелию), Ароа Сантьяго Батиста (международный консультант по гендерным вопросам Регионального отделения ФАО для Восточной Европы и Центральной Азии), Александра Бот (эксперт по почвозащитному и ресурсосберегающему земледелию), а также Мурат Карабаев (представитель СИММИТ в Казахстане) и Харун Чичек

(профессор сельскохозяйственного университета Конии, Турция).

В заключении, хочу с благодарностью упомянуть целый ряд ценных публикаций, из которых я почерпнула большое количество сведений, работая над данным руководством. Богатым источником знаний и практических рекомендаций, отвечающим потребностям фермеров и системам земледелия, послужили работы по покровным культурам Роланда Банча и Программы по исследованиям и обучению устойчивому сельскому хозяйству, работа Джона Ландерса по механизированным операциям при нулевой обработке почвы, а также работа ФАО и Международного института исследований риса по полевым школам фермеров.

Всем перечисленным моя искренняя благодарность.





# 1

## ВВЕДЕНИЕ

© ФАО/ Х. Муминджанов, А. Нурбеков

## ГЛАВА 1





## 1. ВВЕДЕНИЕ

**Р**аспространенные в Восточно-европейском и Центральноазиатском регионе системы мало-затратного земледелия, для которых характерно доминирование зерновых культур, преимущественно выращиваемых в монокультуре и интенсивная обработка почвы, однозначно приводят к развитию болезней, сорняков и вредителей, а также их негативному воздействию на урожай, что сокращает размер прибыли фермеров. Сельскохозяйственная модель, базирующаяся на механической обработке почвы, обнажении ее поверхности и непрерывная практика монокультур, оказывают негативное воздействие на основные природные сельскохозяйственные ресурсы и представляют опасность для повышения продуктивности сельского хозяйства в будущем. Земледелие такого типа считается основной движущей силой, ведущей к утрате биоразнообразия, а также потерям почвы вследствие роста темпов ее минерализации и эрозии.

Фактически, большая часть имеющихся в регионе земель, либо малопригодна для сельскохозяйственного использования, либо занята населенными пунктами и инфраструктурой, либо используется для других целей, более важных для здорового функционирования экосистем, т.е. занята лесами, пастбищами, природоохранными объектами. Поэтому, основным путем увеличения производства сельскохозяйственной продукции является повышение урожайности культур, т.е. производства продукции с единицы площади.

В связи с этим, уже сейчас возникает острая необходимость в предоставлении фермерам ведущей роли в улучшении систем производства, которые получают выгоды от экосистемных услуг<sup>1</sup>, а также способствуют созданию самовосстанавливающихся агроэкосистем.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО) ООН поддерживает такое вмешательство в практику использования природных ресурсов и управление ими, которое оказывает содействие созданию многофункциональных сельскохозяйственных ландшафтов, благодаря чему сообщества пользуются многочисленными экосистемными услугами и получают сопутствующие выгоды от этих ландшафтов.

Будучи системой, позволяющей избежать или минимизировать механическое нарушение почвенного слоя (нулевая обработка) в сочетании с диверсификацией системы земледелия и севооборотов, ПРЗ считается устойчивым агроэкологическим подходом к ведению ресурсосберегающего сельскохозяйственного производства.

В регионе разрабатываются, испытываются и внедряются системы ПРЗ, способные повысить продуктивность полей. Однако для фермеров переход к новой системе и способам хозяйствования сопрягается с потенциальным или реальным риском потерпеть неудачу. Осознавая это, данное пособие определяет два слагаемых успешного внедрения эффективных систем ПРЗ. Одно из них – создание многопрофильного научно-технического потенциала. Другое, наиболее важное – необходимость работать не с отдель-

<sup>1</sup> **Экосистемные услуги** – это выгоды, которые люди получают от экосистем. Они включают обеспечивающие (пища, вода, древесина и т.д.), регулирующие (регулирование воды, климата, вредных организмов и др.) и культурные услуги (рекреация и экотуризм, эстетические, образовательные и др.), которые непосредственно воздействуют на людей и поддерживающие (почвообразование, круговорот веществ, производство первичной продукции) услуги, необходимые для сохранения других услуг.



ными фермерами, а в тесном контакте с группой или сообществом фермеров, при этом развивая успех на базе имеющегося опыта и традиционных знаний.

Методы земледелия, включая ПРЗ, не представляют собой единую или унифицированную технологию, которую можно тотчас и где угодно, применить стандартным образом. Это скорее всего набор взаимосвязанных принципов, способствующих разработке локально применимых практик, подходов и методов. Благодаря своей гибкости и разнообразию, полевые школы фермеров обеспечивают идеальную среду для испытания, оценки, одобрения, внедрения и распространения принципов ПРЗ в особых местных условиях.

Основная роль фасилитаторов/тренеров полевых школ и сотрудников службы

распространения сельскохозяйственных знаний заключается в том, чтобы внимательно выслушивать фермеров, ценить их опыт и никогда не торопиться преуменьшать значение их знаний и приоритетов. Им также следует изучить, каким образом технологии, выбранные самими фермерами, можно наилучшим образом адаптировать к местным потребностям, распространить информацию о них и/или способствовать их продвижению.

Именно с этой точки зрения данное руководство разработано для развития потенциала по выявлению возможностей и испытания наиболее эффективных систем ПРЗ с целью их внедрения и распространения при помощи полевых школ фермеров или схожей системы распространения сельскохозяйственных знаний.



Рисунок 1. Фермеры-участники демонстрационных полевых занятий в Узбекистане

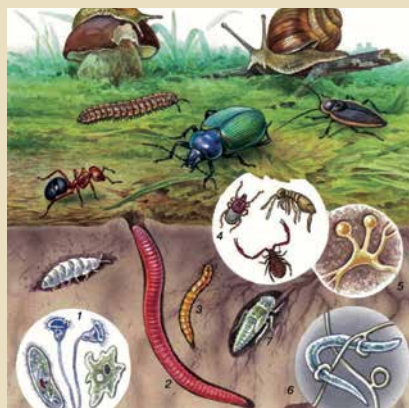


# 2

## ПОТРЕБНОСТЬ В ПЕРЕМЕНАХ – УСТОЙЧИВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

© ФАО/ С. Янатма, Х. Муминджанов, С. Корси

### ГЛАВА 2







## 2. ПОТРЕБНОСТЬ В ПЕРЕМЕНАХ – УСТОЙЧИВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**Д**еградация земель и снижение плодородия почвы – две основные причины застоя и снижения темпов роста в сельскохозяйственном производстве региона. Риски, связанные с деградацией почвы, обычно недооценивают, поскольку оценку таких факторов, как загрязнение воздуха и воды в результате эрозии, проводят вне фермерских хозяйств, и это остается незамеченным фермерами. Маловероятно, что в таких условиях фермеры будут осведомлены о проблемах и предпримут какие-либо действия по их устранению.

Традиционно считается, что чистое поле приятно глазу, и фермер с аккуратно вспаханymi полями – хороший фермер. Подготовка почвы включает несколько операций, в том числе вспашку, дискование и боронование. Все это проводится с целью подготовки почвы для посева семян и уничтожения прорастающих сорняков. Однако с точки зрения здоровья и функциональной деятельности почвы, сочетание отвальной вспашки с невозможностью эффективного использования питательных элементов и предотвращения их выноса урожаем растений и замедленным восстановлением биомассы в почве, в итоге приводит к прогрессирующему снижению плодородия и деградации природной структуры почвы (разрушение ее агрегатности). Такая деградация является следствием, как механического повреждения почвы (уплотнение и размельчение агрегатов), так и связанного с ним уменьшения содержания органического вещества и сокращения биоразнообразия.

Постоянное применение вспашки на одну и ту же глубину, и давление сельхоз-

техники на почву, приводят к уплотнению нижних слоев почвы и образованию «подплужной подошвы». В результате также нарушаются почвенные агрегаты и уменьшаются размеры почвенных пор, жизненно необходимых для функционирования почвы как эффективной среды для роста растений (для развития корневой системы, обеспеченности кислородом и перемещения почвенных вод).

Показатели проникновения влаги и ее удержания сильно снижаются наряду с одновременным резким увеличением поверхностного стока, потерей почв, питательных элементов и органического вещества. Утрата органической массы также замедляет химико-биологические процессы, столь необходимые для обеспечения почвы гуминовыми веществами, способствующими стабильности почвенных агрегатов и высвобождению питательных веществ, которые поглощают растения.

Негативное воздействие оказывается также на жизнедеятельность почвенной биоты: наиболее заметно уменьшаются популяции земляных червей, обладающих способностью разрыхлять почву и перемещать органическое вещество в более глубокие слои. Все это, в свою очередь, способно привести к росту производственных затрат и снижению прибыли широко распространенной сельскохозяйственной практики.

В настоящее время имеются альтернативы пахотной обработки почвы. Наиболее рентабельная стратегия управления агроэкосистемами для сохранения и повышения степени устойчивости сельского хозяйства – это в первую очередь сохранение почвы. Также важно сохра-



**Рисунок 2.** Пример эрозии склона, приводящая к постепенной деградации почвы

нение и повышение плодородия почвы посредством применения совершенной агротехники, которая не приводит к уменьшению содержания органического вещества и биологической активности в почве. При этом сокращаются потери почвы и выращиваются экономически выгодный урожай и побочная биомасса.

Практика ведения устойчивого сельского хозяйства, как и наиболее стабильные природные экосистемы, основывается на постоянной и полной защите почвы посредством поддержания видового разнообразия:

1. На поверхности почвы должен оставаться защитный слой растительности (мульча или покровные культуры).
2. Механическое нарушение почвы должно быть доведено до минимума, исключая только процессы, связанные с посевом и внесением удобрений.
3. Хорошо спланированный и с экономической точки зрения эффективный севооборот гарантирует увели-

чение органического вещества, как на поверхности, так и в верхнем слое почвы. Это также, обеспечивает поверхностную защиту и благоприятствует развитию жизни в почве и тем самым поддерживает и улучшает структуру почвы, снижает темпы эрозии и испарения влаги, увеличивает водоудерживающую способность почвы и повышает доступность питательных элементов для растений.

Поддержание почвы в состоянии, необходимом для активного функционирования всей системы «почва-растение-вода-питательные вещества» – основной фактор улучшения способности самовосстановления почвенной биоты, устойчивого сохранения продуктивного потенциала земель и обеспечения возможности безопасной интенсификации землепользования.

Проблемы, связанные с обеспечением устойчивой интенсификации растениеводства в Восточной Европе и Централь-



© ФАО/ С. Корси

Рисунок 3. Растительные остатки на поле, освоенном по технологии ПРЗ в Молдавии

ной Азии, перечислены во **Вставке 1**. Проблемы здоровья почвы и устойчивого управления почвенными ресурсами рассматриваются в **разделах 2.1 и 2.2**.

## 2.1 Здоровые почвы и устойчивое сельское хозяйство

Здоровье почвы – это способность почвы определенного типа функционировать в рамках природной или регулируемой экосистемы, способствуя сохранению продуктивности растений и животных, регулированию круговорота питательных элементов, воды, углерода, газообразных веществ, а также поддержанию здоровья человека и его местообитания.

Продуктивность почвы зависит от ее физических, химических, гидрологических и биологических свойств, которые и рассматриваются в данном разделе. Эти свойства тесно связаны с биоразнообра-

зием почвы (**Вставка 4**). Почвенные организмы механически (посредством размельчения) и химически (посредством минерализации) разлагают органическое вещество, и оно становится доступным для их питания (**Вставка 3**). Все избыточные питательные вещества попадают в почву и потребляются растениями; неусваиваемая (рекальцитрантная) фракция органического вещества преобразуется в почвенное органическое вещество (ПОВ), менее разлагаемое, чем исходный растительный и животный материал (**Вставка 2**). В свою очередь, ПОВ состоит из особенно более стабильного по составу гумуса, повышает способность почвы удерживать воду, а также хранить (запасать) углерод из атмосферы.

### Почему так важно сохранять здоровье почвы?

Широко известно, что деградация почвы приносит вред, но мало кто осознает какова степень отрицательного воздействия этого процесса. Польза от здоро-



**Вставка 1. Факторы, препятствующие устойчивой интенсификации растениеводства в Восточной Европе и Центральной Азии:**

- Основной экономической, социальной и экологической проблемой является деградация земель.
- Среди основных причин деградации и опустынивания пахотных земель наиболее важными являются:
  - неудовлетворительная агротехника и как следствие этого эрозия, которой способствует также и механическая обработка почвы (стимулирующая, в свою очередь, водную и ветровую эрозию);
  - уплотнение почвы, чрезмерный выпас скота и вынос питательных элементов;
  - снижение эффективности землепользования и рост брошенных земель после распада Советского Союза вследствие приватизации крупных предприятий и образования большого количества мелких хозяйств, где особо уязвимыми являются богарные земли, горные и предгорные районы, но самые высокопродуктивные земли также не гарантированы от снижения плодородия.
- Отсутствие финансовой поддержки для обеспечения необходимыми средствами производства (минеральные удобрения и средства защиты растений), а также повсеместная недоступность разнообразия сортов и качественного семенного материала естественным образом приводит к:
  - не соблюдению практики эффективного и правильного ухода за культурами и использования почвы;
  - снижению продуктивности сельскохозяйственных культур;
- Повсеместный дефицит техники, невозможность своевременного и необходимого предоставления услуг всем сообществам фермеров приводит к крайней неэффективности методов возделывания культур и потерям урожая.
- Широко распространенный дефицит воды для орошения, а там, где орошение доступно – повсеместное использование неэффективных технологий полива.
- Нехватка знаний фермеров по возделыванию культур также представляет угрозу развития сельскохозяйственного производства.
- Недостаточно развитая система общественной службы консультирования и распространения сельскохозяйственных знаний из-за недостатка специалистов, материальных средств и финансов.
- Трудности с изменением мышления. Фермеры привыкли выращивать ограниченные виды культур и не хотят возделывать другие культуры или менять привычные методы возделывания.

вой почвы легко остается незамеченной, зато вполне очевидно, во что обходится «нездоровье почвы». В фермерских хозяйствах почвенная эрозия приводит к увеличению расхода удобрений и уменьшению урожайности. Эрозия уничтожает естественный пахотный слой почвы, что сопровождается сокращением органического вещества, а вспашка вызывает перемешивание подпочвенного слоя с верхним слоем почвы. Подпочвенный слой зрелой почвы менее богат органическим веществом и менее плодороден.

Из-за потери почвенного органического вещества (ПОВ) и биоразнообразия, повышенной уплотненности и высоких

темпов эрозии деградированные почвы подвергаются большому риску в случае негативного воздействия климатических изменений. Более того, деградация земель сама по себе является одной из основных причин изменения климата. В **таблице 1** показаны основные принципы, приспособления почв к изменению климата и смягчение его последствий.

Здоровая почва имеет достаточную глубину для нормального развития в ней корневой системы растений, содержит комки и агрегаты различного размера, чрезмерно не уплотнена и не теряет проницаемость для дождевой воды. Она живая, не слишком кислая и не



слишком щелочная, с высоким содержанием органического вещества.

В данном разделе приведены наиболее существенные индикаторы здоровья почвы.

### **Текстура, структура и водоудерживающая способность почвы**

Запас воды в почвах зависит от многих факторов, в частности от количества осадков, глубины плодородного слоя, текстуры (гранулометрического или механического состава) и структуры почвы. Текстура почвы определяется относительным соотношением минеральных частиц разного размера (песка, ила и глины), определяющим водоудерживающую способность почвы и ее способность обеспечивать удержание и обмен питательных веществ. Структура почвы определяется расположением вышеуказанных частиц в агрегатах. В отличие от текстуры, структуру почвы можно изменить применением правильной агротехники.

Почвы различного типа и текстуры обеспечивают неоднородную степень водопроницаемости и защиты ПОУ. В почвенном агрегате стабильные формы ПОУ, например, гумус, могут содержать воду, до 7 раз превосходящую по весу их собственный вес. Следовательно, почва с рыхлой структурой, легко распадающейся на отдельные частицы и комья, впитывает воду быстрее, чем уплотненная почва. Песчаные почвы наименее продуктивны, ввиду наибольшей водопроницаемости из-за более крупных размеров частиц песка и пор и, как следствие этого, низкой влагоемкости и степени защищенности ПОУ по сравнению с почвами, обладающими большей долей ила и глины, способными впитывать и удерживать воду и питательные вещества.

**Таблица 1. Основные принципы приспособления почв к изменению климата, смягчение его последствий и повышение устойчивости**

Оценка состояния почв и их свойств	Повышение водоудерживающей способности почвы
	Борьба с почвенной эрозией
	Улучшение структуры почвы путем повышения содержания органического вещества
	Регулирование ПОВ для секвестрации (улавливания) почвенного органического углерода (ПОУ)
	Улучшение обеспеченности питательными веществами

Управление почвой может влиять на инфильтрацию воды, способность почвы снижать испаряемость воды с поверхности почвы и сохранять воду в почвенном разрезе.

- Продуктивность песчаных почв можно обеспечить даже в условиях жаркого сухого климата, добавляя органическое вещество, а при наличии систем орошения, обеспечивая снабжение их питательными элементами при капельном поливе.
- Управление надпочвенным растительным покровом может очень существенно повлиять на состояние поверхностного слоя почвы, содержание ПОВ, структуру почвы, ее пористость, аэрацию и объемную плотность, тем самым оказывая воздействие на темпы инфильтрации, водоудерживающую способность почвы и доступность воды для растений.
- Улучшение ситуации с уплотнением почвы повысит эффективность использования влаги осадков и продуктивность, а также снизит темпы эрозии, дисперсию почвенных частиц и опасность заболачивания. Уплотненные почвы или почвы с уплотненным подпочвенным слоем легко заболачиваются, а затем быстро пересыхают.

### Объемная плотность почвы

Объемная плотность – это измеренная масса частиц в каком-либо объеме почвы. Если объемная плотность повышается, то ее пористость снижается.

Низкая объемная плотность наиболее предпочтительна для растений. Оптимальная объемная плотность, позволяющая воде, воздуху и корням перемещаться в почве, зависит от текстуры почвы. В **таблице 2** показаны значения идеальной и «неудовлетворительной плотности» различных типов почвы.

Повышенная объемная плотность не всегда означает, что почва сильнее уплотнена. Для эффективного функционирования почвы важны ее структура, пористость и агрегатная стабильность, влияющие на интенсивность инфильтрации, способность удерживать воду и питательные вещества, промывание почвы и ее дренаж, аэрацию и несущую способность. Продолжительная вспашка не только способна снизить объемную плотность почвы, но и разрушительно воздействует на ее функциональность. ПРЗ в начальных стадиях внедрения может привести к повышению плотности преимущественно в верхнем слое (5 см) почвы. Однако при этом одновременно улучшает все ее функции, связанные

со здоровьем почвы и ее сельскохозяйственной продуктивностью.

### Глубина почвенного слоя

Поля с более глубоким почвенным слоем (мощная почва) способны удерживать больше воды, чем с менее глубоким слоем, т.к. в первых больше пор и места для накопления воды. Мощная почва с хорошей структурой способна насыщаться водой на более долгий срок.

Уплотненный подпочвенный слой превращает мощную почву в маломощную, поэтому этот слой нужно разрушать.

Если почва маломощная, рекомендуется привезти почву из других мест, вносить органические удобрения и возделывать сидераты (использование покровных культур описано в **Разделе 6.1**). В орошаемых системах земледелия, гребневой способ возделывания культур позволяет создать больше пространства для роста корней в почве.

### Показатель реакции почвы (водородный показатель - pH почвы)

Водородный показатель характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде. Для удобства отображения был введен специальный показатель, названный pH и представляющий собой

**Таблица 2.** Идеальные значения объемной плотности почвы и значения объемной плотности, лимитирующие развитие корней для почв различной текстуры, г/см<sup>3</sup>

Текстура почвы	Объемная плотность, г/см <sup>3</sup>		
	Идеальная	Способная негативно повлиять на рост корней	Способная ограничить рост корней
Песок – супесь	< 1,60	1,60-1,80	> 1,80
Песчанистый суглинок – пылеватый тяжелый суглинок	< 1,40	1,40-1,75	> 1,75
Суглинок – глина	< 1,10	1,10-1,60	> 1,60

логарифм концентрации ионов водорода. Величина рН определяется количественным соотношением в воде ионов  $H^+$  и  $OH^-$ , образующихся при диссоциации воды. Если в воде пониженное содержание свободных ионов водорода ( $pH > 7$ ) по сравнению с ионами  $OH^-$ , то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов  $H^+$  ( $pH < 7$ ) – кислотную. В идеально чистой дистиллированной воде эти ионы будут уравнивать друг друга. В таких случаях вода нейтральна и  $pH = 7$ . При растворении в воде различных химических веществ этот баланс может быть нарушен, что приводит к изменению уровня рН.

Исходя из этого, значение рН почвы показывает, насколько кислотным или щелочным является почвенный раствор (смесь воды и питательных веществ в почве). Уровень рН ниже 7 является кислотным, 7,0 – нейтральным, а от 7 до 9 – щелочным. рН в пределах от 6,8 до 7,2 определяется как слабо-нейтральное значение (рис. 4).

У большинства сельскохозяйственных земель значение рН находится между 4,5 и 8,5. Для районов мира с ограниченным количеством осадков характерны щелочные почвы, а там, где осадки обильные – почвы обычно кислотные.

рН почвы влияет на доступность питательных элементов (т.е. на растворимость питательных веществ и степени их доступности для усвоения растениями), а также на их биологическую активность (Вставка 2):

- кислотность понижает бактериальную активность, а вследствие этого сокращается скорость разложения органических соединений и высвобождения питательных веществ. Азотфиксирующие бактерии *Rhizobium* обычно плохо себя чувствуют в кислых почвах;
- в сильно щелочных почвах биологическая активность организмов подавляется. В результате ускоряется образование корки, засоление и повышение токсичности из-за накопления натрия и других минералов;
- почвенные черви предпочитают значение рН почвы, близкое к нейтральному: при значениях  $pH < 5$  и  $pH > 7$  их активность сильно подавляется.

В практике сельского хозяйства известны мелиоративные мероприятия по улучшению химического и физического состояния почв, такие как гипсование щелочных и известкование кислых почв.

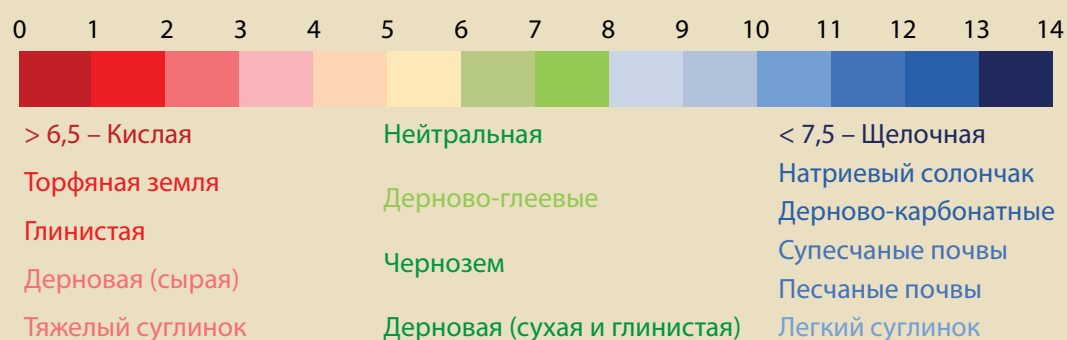


Рисунок 4. Шкала уровня кислотности почвы (рН)

## Органическое вещество и органический углерод в почве

Почвенное органическое вещество (ПОВ) заслуживает особого упоминания, поскольку считается наиболее важным индикатором качества почвы.

ПОВ – это органический компонент почвы, состоящий из тканей мертвых растений и животных в разной степени раз-

ложения. ПОВ не включает свежие и неразложившиеся ткани растений, лежащие на поверхности почвы. В первую очередь, ПОВ содержит почвенный органический углерод (ПОУ), а также питательные макро- и микроэлементы, жизненно важные для роста растений, и некоторое количество неорганического углерода.

ПОУ влияет на общую биологическую устойчивость агроэкосистем. Он важен

### Вставка 2. Источники углерода в почве

Углерод в почве содержится как в органической, так и неорганической формах, т.е. имеется окисленный и неокисленный углерод. Суммарное количество углерода обеих форм называется «общее содержание углерода». Неорганический углерод присутствует в виде различных минералов и солей из выветренных подстилающих пород. **Почвенный органический углерод (ПОУ)** – это углерод, который содержится в почвенном органическом веществе (ПОВ). В среднем, он составляет 58% от массы ПОВ.

**Термин почвенное органическое вещество (ПОВ)** описывает органические компоненты в почве: ткани мертвых растений и животных, частицы материи размером менее 2 мм, а также почвенные организмы в разной степени разложения. Недоразложившаяся материя на поверхности почвы (палая листва и хворост, остатки культурных растений, остатки побегов и корней) обычно превышают 2 мм в размере и не считаются частью ПОВ, а называются просто органическим веществом. ПОВ обычно богаче лигнином и беднее углеводородами, кислородом и водородом по сравнению с органическим веществом, поскольку процесс минерализации высвобождает кислород и разлагает в первую очередь полисахариды, вследствие чего концентрация стабильных соединений возрастает.

В зависимости от размера частиц ПОВ, степени разложения, химических и других свойств, различаются следующие источники ПОВ:

- **Лабильный (или активный) источник** – это наименее разложившееся органическое вещество с размером частиц меньше 2 мм (пороговое значение для органического вещества, чтобы считаться ПОВ), но крупнее 0,25 мм (минимальный размер, позволяющий считать агрегаты макроагрегатами). Поскольку такой источник состоит преимущественно из свежего ПОВ (например, остатков растений) лишь частично сохраняемого в макроагрегатах (нестабильных по определению), то он характеризуется быстрым круговоротом и чувствительностью к методам использования земель, а также к условиям окружающей среды. Благодаря этим свойствам лабильные источники играют важную роль в краткосрочном круговороте углерода и азота в наземных экосистемах (в непрерывном потоке между микробными организмами и атмосферой) и могут использоваться как чувствительные индикаторы кратко- и среднесрочных изменений в содержании почвенного углерода в ответ на изменение агротехники.
- **Частицы органического углерода** – это доля частиц материи ПОВ с размерами меньше 0,25 мм и больше 0,053 мм (250–53  $\mu$ ). Это лабильные, нерастворимые промежуточные элементы в непрерывной череде трансформации ПОВ из свежей органической материи в ПОУ в гумусе, представляющие собой как недавно появившиеся остатки растений и животных, так и частично разложившуюся органическую материю.
- **Стабильный источник**, известный также как трудноразлагаемое (**рекальцитрантное, стабильное**) ПОВ, состоит из частиц размером меньше 0,053 мм (<53  $\mu$ ). Это органическое вещество, которое прошло наивысшую степень трансформации и включается в состав агрегатов, где обеспечивается дальнейшее его разложение. Оно удерживает влагу и, благодаря отрицательной заряженности и удержанию катионов для использования растениями, выполняет функцию трудноразлагаемого связующего вещества, предотвращающего утрату питательных элементов и компонентов почвы в процессе выщелачивания.

для обеспечения физических свойств почвы (агрегации почвы и ее влагоемкости), химического аспекта плодородия (доступность питательных элементов), а также в качестве поглотителя атмосферного углерода. ПОУ улучшает структуру почвы посредством связывания частиц в устойчивые агломераты, а также улучшает такие физические свойства почвы, как водоудерживающая способность, водопроницаемость и аэрация, обеспечивающие благоприятные условия для здоровья и продуктивности растений. Другими словами, ПОУ обеспечивает водоудерживающую способность почвы, ее структуру и плодородие.

Часть биомассы, возвращающейся в почву в результате процесса разложения, преобразуется в углеродные соединения с долгим периодом сохранения (например, гумус и связанные с ним органоминеральные комплексы). Эта фракция подвержена изменениям в зависимости от количества и качества биомассы, и она выше в экосистемах с более богатым биоразнообразием. Во **Вставке 2** перечислены почвенные источники углерода.

В большинстве почв, новые и неустойчивые макроагрегаты, которые формируются в результате биологических процессов, обеспечивают физическую защиту углерода и азота, однако они требуют дальнейшей стабилизации, чтобы привести к долгосрочному накоплению углерода. В процессе стабилизации углерода первые микроагрегаты формируются в неустойчивых макроагрегатах. Далее макроагрегаты распадаются с высвобождением микроагрегатов.

На процесс стабилизации агрегатов (**Вставка 3**) влияют климатические факторы (например, смена влажных и засушливых сезонов), биологические факторы (старение и рост корней, которые

оказывают давление, извлекают воду и производят выделения, играющие роль, как связывающего почвенные агрегаты вещества, так и субстрата для дальнейшей микробной деятельности). Механическое повреждение структуры почвы (например, при вспашке) особенно пагубно влияет для накопления ПОВ, поскольку вызывает нарушение этих важных биологических процессов.

Существует тесная связь между органическим веществом (например, остатками растений), накоплением ПОВ на поверхности, последующей вертикальной стратификацией ПОУ, инфильтрацией воды, устойчивостью к эрозии, сохранением воды и питательных веществ в почве. Таким образом, если на поверхности почвы остается недостаточное количество остатков растений (т.е. поступление органических веществ незначительно) (**Вставка 6**), то это препятствует стабилизации ПОУ, а другие факторы или поступления не могут это компенсировать.

**Главная рекомендация на основании вышесказанного – органическое вещество должно откладываться на поверхности почвы. Перемешивание органических остатков с почвой провоцирует процесс быстрой деградации стабильного ПОУ, чего следует избегать.**

### **Органическое и живое вещество почвы**

Плодородной может быть лишь живая почва. Почва – это сложная среда обитания разнообразных организмов (почвенная биота), где развиты отношения хищника и жертвы. Почвенные организмы, проводящие весь жизненный цикл или его часть в почвенном слое или на ее поверхности, ответственны за выполнение ряда процессов, важных для здоровья и плодородия почв, как в



### Вставка 3. Процесс стабилизации почвенного органического углерода

В процессе фотосинтеза растения поглощают углерод (углекислый газ) из воздуха и формируют углеродные соединения (углеводы). Когда ткани мертвых растений и животных (органическое вещество) возвращаются в почву, они подвергаются разложению. Разложение органического вещества – биологический процесс, осуществляемый почвенными организмами и состоящий из последовательных стадий, в результате которых происходит механическое разрушение (**измельчение**), химическое разложение (**минерализация**) и биохимическая реорганизация сложных структур и молекул (полимеров). Только фракция трудноразлагаемого углерода (20% в углеводах и 75% в лигнинах, танинах, ароматических аминокислотах и восках) вступает в формирование стабильного **ПОВ (гумификацию)**.

Превращая органические соединения в неорганические, разрушая углеродные структуры и создавая новые или запаса углерод в своей биомассе, микробная популяция способствует круговороту органического вещества и перемещению питательных элементов в почву. Она отвечает за способность почвы обеспечивать растения питательными элементами. В принципе, разлагаемые микроорганизмами органические молекулы состоят из углеродных цепочек с различным количеством прикрепленного азота, кислорода, водорода, фосфора и серы. Добавление в почву остатков культурных растений/органического вещества (являющихся пищей для микроорганизмов) стимулирует быстрое распространение популяций почвенных микроорганизмов. Целью всех новых микроорганизмов является углерод в органическом веществе, который они могут использовать как источник питания и энергии (т.е. при окислении и переносе электронов в ходе дыхательного процесса). Однако для разложения остатков культурных растений/органического вещества и поглощения углерода микроорганизмам требуется азот, чтобы поддерживать метаболические процессы: для ассимиляции 5-ти атомов углерода бактериям требуется 1 атом азота, а грибкам требуется 1 атом азота на 10 атомов углерода. В среднем, для поддержания жизни соотношение углерод/азот у почвенных микроорганизмов составляет примерно 8:1. Однако, для оптимального здоровья, микроорганизмам требуется 16 дополнительных частей углерода для получения энергии. Следовательно, оптимальный «рацион» должен покрывать потребности в энергии и средствах поддержания жизни и состоять из остатков растений с соотношением C/N, равным 24-25.

- При слишком низком содержании азота в растительных остатках микроорганизмы используют имеющийся в почве минеральный азот (вызывают его иммобилизацию), таким образом, уменьшая доступность азота для растущих сельскохозяйственных культур до тех пор, пока не начнет снижаться поступление углерода.
- Если содержание азота в органических остатках превышает потребность микроорганизмов, происходит высвобождение (минерализация) неорганического азота (т.е. минерального азота в виде аммония и нитратов), и его доступность для растений возрастает.

Для полноты картины следует отметить, что при разложении органического вещества микроорганизмы обеспечивают минерализацию и выход в почву различных веществ (не только азота), которые далее используются другими гетеротрофными и автотрофными организмами, а именно углекислый газ, воду, неорганические соединения (избыточные питательные вещества в форме, которая может быть использована растениями), а также вновь синтезированные органические соединения (ПОВ).

Последующее разложение модифицированного ПОВ (продуктов жизнедеятельности микроорганизмов) приводит к формированию еще более сложного ПОВ, которое меньше поддается разложению, чем исходная материя растений и животных.

#### Фазы стабилизации углерода:

1. **Первичное формирование нестабильных макроагрегатов. Новые и нестабильные макроагрегаты формируются посредством биологических процессов:** рост корней, грибковая, бактериальная и животная деятельность играют первостепенную роль в соединении свежего органического вещества с выделениями и частицами почвы. Свежие макроагрегаты обеспечивают физическую защиту углероду и азоту от микробных выделений, однако им требуется дальнейшая стабилизация. Процессы формирования водостойких агрегатов включают старение, циклы увлажнения – высушивания (вызывающие более близкое перераспределение почвенных частиц), а также рост корней (которые оказывают давление, извлекают воду и производят выделения, играющие роль, как связывающего вещества, так и субстрата для дальнейшей микробной деятельности).
2. **Последующая стабилизация нестабильных макроагрегатов и одно-временное формирование микроагрегатов внутри макроагрегатов.** В процессе стабилизации макроагрегатов частично разложившееся органическое вещество внутри макроагрегатов инкапсулируется (образует соединения), покрывается минералами и продуктами жизнедеятельности микробов, в результате чего формируются микроагрегаты, обеспечивающие долгосрочную стабилизацию углерода вследствие защиты от минерализации.

3. **Заключительная стадия цикла трансформации агрегатов** – разрушение макроагрегатов и высвобождение микроагрегатов. Макроагрегатам свойственно со временем терять нестабильные вяжущие вещества и распадаться, высвобождая минеральные вещества, труднорастворяемое POV и микроагрегаты. Со временем микроагрегаты могут опять оказаться внутри макроагрегатов.

природных, так и сельскохозяйственных экосистемах. **Вставка 4** содержит краткое описание роли распространенных в почве организмов.

Мириады<sup>2</sup> организмов, объединенные в почве в пищевую сеть, разлагают POV и высвобождают питательные элементы, необходимые для роста растений. Многие из этих питающих растения веществ находятся в почве в виде положительно заряженных ионов (т.е. катионов). Поверхности негативно заряженных частиц глины и POV притягивают катионы и таким образом обеспечивают запас питательных веществ, доступный корням растений. Лишь малый процент основных питательных веществ остается на «свободе» в почвенной влаге и вследствие этого непосредственно доступен растениям. Многие питательные вещества растения получают из почвы за счет катионного обмена, в процессе которого корневые волоски обменивают ионы водорода ( $H^+$ ) на катионы, адсорбированные частицами почвы. У глинистых почв более высокая **способность катионного обмена**<sup>3</sup> и, благодаря структуре, более высокий потенциал плодородия, чем у илистых почв и тем более песчаных.

### Как определить состояние почвы?

Почвенная биота быстро уменьшается в размерах и медленно восстанавливается лишь во время вегетационного периода.

Системы устойчивого сельского хозяйства должны сохранять все комплексные биологические связи и взаимодействие между корнями и почвенной пищевой сетью (грибами, микрофлорой, микро- и макрофауной в почве).

Обработка почвы нарушает происходящие в ней жизненные процессы: почвенные организмы неожиданно оказываются подвержены действию солнца, жары и засухи. Вследствие этого обработка почвы уменьшает биоразнообразие в почве, причем от этого больше страдают более высокие формы жизни, чем, например, бактерии. К тому же, вспашка плугом (**рис. 6**) (обычным с лемехом или дисковым) на одну и ту же глубину, а также прохождение сельскохозяйственной техники по полю являются первостепенными причинами образования плотного подпочвенного слоя или уплотненных слоев («подплужной подошвы»).

В качестве оперативной (более быстрой, чем обычное измерение таких физических параметров почвы, как определение объемной плотности при помощи дисков или, плотномера/пенетromетра), доступной для фермера методики оценки морфологического состояния почвы в поле используйте

<sup>2</sup> **Мириады организмов** – бесчисленное множество организмов.

<sup>3</sup> **Способность катионного обмена** – участки, где происходит обмен в почве – это отрицательно заряженные участки на частицах глины, которые притягивают и удерживают катионы элементов. Это позволяет оценить запасы питательных веществ в почве, измеряемые в миллиэквивалентах на 100 г почвы (м эк/100 г), т.е. миллиэквивалентов катионов, адсорбированных ста граммами высушенной в печи почвы.



#### Вставка 4. Почвенные организмы

- Виды, представляющие **макрофауну**, видимы невооруженным глазом и включают позвоночных и беспозвоночных (например, улиток, дождевых червей и почвенных членистоногих), питание которых происходит в почве или на ней, в опавших листьях на поверхности земли и их компонентах. В природных и сельскохозяйственных системах почвенная макрофауна – важный регулятор таких процессов, как разложение вещества, круговорот питательных веществ, динамика содержания ПОВ и обеспечение путей перемещения воды, являющихся следствием питательной и роющей деятельности макрофауны; в результате опавшие листья, мелкие минеральные частицы и другая материя оказываются закопанными в виде выделений и медленно перемещаются в более глубокие слои почвы. Другими словами, эти почвенные организмы постепенно увеличивают толщину поверхностного слоя почвы.
- Мезофауна** в основном включает микрочленистоногих, микрофлору, микрофауну и других беспозвоночных. Питающаяся органическим веществом мезофауна ускоряет разложение органической материи.
- Микроорганизмы** включают водоросли, бактерии, цианобактерии, грибы, дрожжи, миксомицеты (слизистые грибы) и актиномицеты. Их популяции очень чувствительны к глубине нахождения в почве и разрушаются вследствие механического нарушения почвы. Для наивысшей производительности большинству почвенных бактерий требуется pH в пределах от 6 до 8, а грибы (обеспечивающие медленное разложение) продолжают свою деятельность и при очень низких значениях pH.

Микроорганизмы способны разлагать органическое вещество и превращать его в питательные элементы в форме, доступной для использования растениями (минерализация). В это же время микроорганизмы превращают углеродные структуры в другие относительно стабильные формы (секвестрация), выполняющие функцию как бы губки, удерживающей запас воды и питательных веществ для потребления растениями в дальнейшем (Вставка 3).



**Рисунок 5.** Почвенные организмы: 1– простейшие; 2 – дождевые черви; 3 – проволочники; 4 – мелкие членистоногие; 5 – грибы; 6 – нематоды; 7 – личинки насекомых; 8 – макрофауна (Пасечник, 2014).



© ФАО/Х. Муминджанов

Рисунок 6. Глубокая вспашка почвы с оборотом пласта

методику визуальной оценки почвы (Вставка 5), включающую набор критических измерений, связанных с деградацией земель в мире. Несмотря на простоту использования, данная методика имеет мощную научную основу. Она основана на визуальной оценке основных индикаторов состояния почвы и поведения растений для определения качества почвы в оценочной таблице. За исключением текстуры почвы, остальные индикаторы состояния почвы являются динамическими, т.е. способными изменяться под воздействием различных режимов земледелия и стрессов в результате землепользования. Благодаря своей чувствительности к изменениям, эти показатели полезны в качестве индикаторов раннего оповещения об изменениях в состоянии почвы и могут использоваться как эффективные средства мониторинга.

Меры по улучшению здоровья почвы более детально обсуждаются в Разделе 3.1.

## 2.2 Цели обработки почвы и землепользования для обеспечения устойчивого сельского хозяйства

Почвенные и водные особенности Восточной Европы и Центральной Азии неизменно включают:

- дефицит воды (на орошаемых системах);
- засуху (в богарных системах);
- деградацию почвы.

При эрозии происходит утрата частиц почвы, а с ними уносятся и организмы, минеральные удобрения, питательные вещества. Когда почва подвержена воздействию погодных условий, она окисляется и теряет ПОУ через минерализацию. Обработка почвы – главная причина потерь почвы и ПОУ. При отсутствии углерода и жизненно необходимых почвенных организмов почва становится просто бесполезным субстратом, не подходящим для выращивания растений.

### Вставка 5. Визуальная оценка почвы (ВОП)<sup>2</sup>

#### Индикаторы

Текстура, структура, пористость и цвет почвы, степень и цвет почвенной пятнистости, дождевые черви, потенциальная глубина проникновения корней, накопление воды на поверхности почвы, образование поверхностной корки и растительный покров, почвенная эрозия, обработка почвы при выращивании однолетних культур.

#### Визуальная оценка в баллах

Каждый индикатор получает значение на основе визуальной оценки (ВО): 0 – неудовлетворительный, 1 – средний, 2 – хороший, что базируется на сравнении наблюдаемого качества образца почвы с тремя фотографиями в Полевом руководстве. Система выставления оценок отличается гибкостью, поэтому если оцениваемый образец не соответствует в точности ни одной из фотографий, а занимает промежуточное положение, то ему может быть присвоено промежуточное оценочное значение, например, 0,5 или 1,5. Поскольку некоторые почвенные индикаторы сравнительно важнее для оценки качества почвы, чем другие, визуальная оценка почвы (ВОП) применяет коэффициенты 1, 2 и 3. Сумма визуальных оценок почвы представляет собой общий Индекс качества почвы оцениваемого образца. Сравнение этого индекса со шкалой внизу оценочной таблицы позволяет определить, в хорошем, среднем или плохом состоянии находится почва.

#### Инструментальный набор для ВОП

В набор для ВОП входит:

- лопата, чтобы выкопать ямку для изучения структуры почвы в процессе определения прочности агрегатов методом сбрасывания;
- пластиковая емкость (тазик) (около 45 см в длину x 35 см в ширину x 25 см в глубину) для размещения образца почвы во время определения прочности агрегатов;
- твердая квадратная доска (примерно 26 x 26 x 2 мм) для помещения на дно пластиковой емкости;
- прочный пластиковый мешок (примерно 75 x 50 см) для рассыпания на нем почвы после испытания сбрасыванием;
- нож (длиной 20 см) для исследования выкопанной ямки и определения потенциальной глубины проникновения корней;
- бутылка с водой для оценки класса текстуры почвы;
- измерительная рулетка для измерения потенциальной глубины проникновения корней;
- полевое руководство по ВОП для сравнения образца с фотографиями;
- полевой журнал с оценочными таблицами для фиксирования значений визуальных оценок почвы по каждому индикатору.

#### Когда следует проводить оценку?

Оценку обычно проводят, когда почва влажная и пригодна для обработки. Если есть сомнения, проведите тест: скатайте на ладони колбаску из почвы длиной 5 см и толщиной 4 см. Если почва растрескивается до того, как получится колбаска, или ее вообще сформировать не удастся (например, если почва песчаная), то почва готова для оценки. Если колбаска получается, то почва слишком влажная.

#### Контрольный образец

Возьмите небольшой образец почвы (примерно 10 x 5 см, 15 см в глубину) из-под деревьев или из другого защищенного места. Так получают образец ненарушенной почвы для получения правильной оценки цвета почвы, а также сравнения структуры и пористости.

#### Площадки для отбора образцов

Для получения репрезентативной оценки качества почвы на территории поля размером в 5 гектаров отбирают образцы в 4-х характерных точках.

Выберите точки в характерных для конкретного поля местах. Местоположение этих точек всегда следует записывать на случай необходимости дальнейшего мониторинга.

<sup>2</sup> Источник: Visual Soil Assessment Methodology. <http://www.fao.org/docrep/010/i0007e/i0007e00.htm>

Выкопайте лопатой небольшую ямку (примерно 20 x 20 см, 30 см в глубину) и изучите поверхностный слой почвы (а также верхнюю часть подпочвенного слоя, если он имеется) на предмет однородности, а также определите, они мягкие и рыхлые или твердые и плотные.

Если верхний слой почвы выглядит однородным, выкопайте лопатой почвенный монолит (кубик) со сторонами по 20 см. Вы можете сделать образец настолько вытянутым в глубину, насколько вам требуется, главное чтобы общий объем образца почвы соответствовал таковому кубу с гранями по 20 см.

#### Испытание сбрасыванием

Сбросьте испытываемый образец максимум три раза с высоты 1 метр на деревянную доску, помещенную на дно пластиковой емкости. Количество сбрасываний образца и высота, с которой его сбрасывают, зависит от текстуры почвы и от степени разрушения образца.

Систематически заполняйте оценочную таблицу, давая визуальную оценку по каждому индикатору посредством сравнения с фотографиями (или таблицей) и описанием, приведенным в Полевом руководстве.

К тому же, обработка почвы обычно изменяет ее профиль. Вспашка перемешивает почву с остатками растений в поверхностном слое, измельчает агрегаты, уменьшает проницаемость почвы и увеличивает образование корки на ее поверхности, уплотняет почву непосредственно под пахотным орудием и ведет к снижению численности таких почвенных организмов, как дождевые черви (особенно тех, что ведут ночной образ жизни и делают глубокие проходы в подпочвенном слое).

Два главных пути поддержания здоровья почвы включают:

1. обеспечение плодородия почвы и
2. защита почвы от эрозии и испарения влаги с ее поверхности, представляют собой основу охраны почвенных ресурсов.

Для этого требуются производственные системы, которые не истощают ресурсы. Восстановительные сельскохозяйственные мероприятия способны повысить плодородие и продуктивность почвы, а также ее устойчивость к затоплению и засухе.

#### Восстановительные мероприятия включают:

- постепенное сведение механического нарушения почвы к минимуму;
- использование интенсивных севооборотов, включающих разнообразные виды культур, для сохранения наличия живых корней и обеспечения питанием почвенных организмов, ответственных за функциональные процессы (в частности, разложение органических соединений и циркуляцию питательных веществ);
- круглогодичное выращивание культур или укрытие почвы другой органической массой. При этом необходимо обеспечение равномерного укрытия почвы (равномерное распределение растительных остатков) для ее защиты от жары, осадков и воздействия ветра.

Такой подход способствует восстановлению и улучшению почвы и препятствует ее утрате от эрозии.

Обычно, защищенная поверхностным слоем органического вещества почва лучше впитывает и использует осадки, поскольку повышаются ее возможности в плане поглощения и инфильтрации.





**Рисунок 7.** Микоризные грибы (Источник фото: <http://clubbrain.ru/referaty-o-gribax/mikoriznye-griby/>)

трации воды, а также снижается испарение с поверхности почвы. Это приводит к уменьшению поверхностного стока, почвенной эрозии и увеличению влажности почвы в течение всего вегетационного периода в отличие от нарушенных почв, оставленных без защиты.

**Причина заключается в трех независимых процессах:**

1. ПОВ играет главную роль в поглощении воды в случае низкого потенциала влагоемкости почвы.
2. Защита почвы при помощи органического вещества и наличие большего количества крупных водостойких почвенных агрегатов усиливает сопротивление водной и ветровой эрозии.
3. Скорость инфильтрации воды зависит от исходного содержания влаги и от пористости почвы. На степень пористости оказывает влияние наличие каналов, проделанных корнями, мезо- и макрофауной.

В то же время агроэкосистемы с высоким уровнем биоразнообразия (благодаря повышенной комплексности севооборота) способствуют накоплению углерода. Корни играют ключевую роль в почвенной экосистеме, обеспечивая субстрат энергией для биоты в разных слоях почвы и таким образом увеличивая биоразнообразие (как численность, так и разнообразность почвенных организмов). Глубоко проникающие корневые системы отлично приспособлены для переноса углерода вглубь почвы, где он менее подвержен окислению. Разложение старых корневых систем увеличивает содержание органического вещества в толще почвы, а живые корни производят выделения и, как это особенно наглядно демонстрируют бобовые культуры, полезные микоризные ассоциации, способствующие увеличению микробной популяции в ризосфере, а также укреплению вяжущей способности в агрегатах.

Корневые грибы, известные также как микоризные грибы – важные почвенные организмы, поддерживающие

ход почвенных циклов, которые управляют процессами обмена между растениями и почвой. Растения с микоризными грибами способны запасать в почве до 15% больше углерода (рис. 7). У наиболее широко распространенных микоризных грибов наблюдаются нитеобразные волокна, называемые гифы, которые увеличивают доступную растениям площадь и возможность получения питательных веществ и воды. Гифы покрыты гломалином – клейкой суб-

станцией, играющей роль в формировании структуры и запасании углерода. Накопление ПОУ – обратимый процесс, даже после одной вспашки накопленный почвенный углерод и результаты многих лет восстановления почвы могут быть утрачены. И, наоборот, в почве, не подвергающейся обработке на протяжении многих лет, минерализация ПОВ в поверхностных слоях почвы снижена, и это приводит к увеличению доли активных фракций ПОВ.





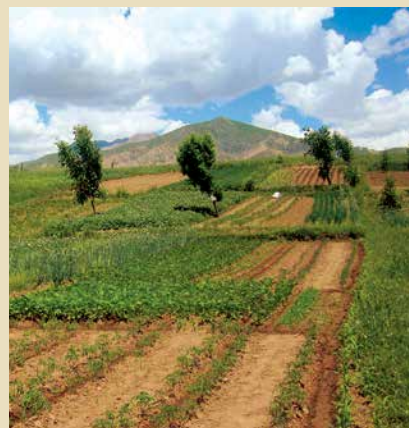


# 3

## ПОЧВОЗАЩИТНОЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

© ФАО/ Х. Муминджанов, Ш. Джураев

### ГЛАВА 3





### 3. ПОЧВОЗАЩИТНОЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

**Что такое почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (ПРЗ)?**

**П**очвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (ПРЗ) – это почвозащитная и ресурсосберегающая система сельскохозяйственного производства, нацеленная на достижение интенсификации производства и получение конкурентоспособных урожаев через развитие природной ресурсной базы. Это достигается путем применения трех взаимосвязанных принципов, реализуемых наряду с применением адаптированных к местным условиям приемов, а также использования других полезных методов производства, в том числе связанных с управлением питательными веществами, водой и вредителями.

**Три принципами ПРЗ являются:**

- 1. Сокращение обработки почвы.** Постепенное сведение к минимуму механического повреждения структуры почвы и применение прямого посева (т.е. нулевая технология посева);
- 2. Сохранение растительных остатков (мульчирование) и покрова на поверхности почвы.** Обеспечение постоянного органического покрова почвы при помощи растительных остатков и/или посева покровных культур, в зависимости от имеющихся запасов влаги;
- 3. Использование севооборотов.** Состав культур, включенных в севообороты должен быть разнообразным (диверсифицированный севооборот).

1



1-й принцип: Продолжительная нулевая обработка почвы

2



2-й принцип: Сохранение постоянного органического покрова почвы

3



3-й принцип: Диверсификация видов культур, возделываемых в севооборотах или чередование культур

Рисунок 8. Три принципа почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия

## Какие цели и задачи решает ПРЗ?

Ниже описаны основные цели трех вышеупомянутых принципов ПРЗ:

- **Предотвращение процессов деградации и эрозии почвы**, создание действенного цикла мелиорации почв и земель, восстановление агроэкологического потенциала продуктивности земли и получаемых посредством почвы экосистемных услуг.
  - **Увеличение формирования надземной и подземной биомассы с целью защиты почвы:**
    - физическая защита почвы от погодных условий (дождевых капель, сильного ветра и солнечного излучения) уменьшает эрозию почвы и потери питательных веществ (увеличивая тем самым продуктивность почвы), сокращает испарение воды, температурные изменения, закупоривание поверхности почвы и образование корки;
    - в системе с нулевой обработкой почвы покровные культуры служат источником питания и местом обитания для почвенных организмов;
    - благодаря своим притягивающим свойствам такие органические материалы, как отходы бактерий, органические гели, гифы грибов, выделения и отработки червей, способствуют формированию почвенных агрегатов и их стабильности, а также повышают возможность внутрипочвенных перемещений.
    - при разрушении агрегатов микроорганизмы (в основном, бактерии и грибы) начинают поглощать самый молодой источник углерода; при этом происходит утрата основ-
- ных (т.е. временных и переходных) связующих веществ, что вызывает рассыпание почвы. Когда разрушаются макропоры, оставшийся трудноразлагаемый углерод образует связи с катионами в почве и таким образом создает силы сцепления, вызывающие уплотнение почвы.
- **Обеспечение сбалансированного соотношения C/N посредством ротации зерновых (с высоким содержанием углерода) и бобовых (богатых азотом).** Это означает, что система возделывания должна обеспечивать достаточное количество азота наряду со структурными углеводами (например, лигнином) для того, чтобы азот из разлагающихся на поверхности почвы остатков постепенно высвобождался и служил источником для следующей выращиваемой культуры (**Вставка 8**).
  - Высокая концентрация одних только медленно разлагающихся остатков культур вызывает временную иммобилизацию почвенного азота. С другой стороны, остатки, представленные исключительно растениями с низким соотношением углерода и азота (C/N) (например, бобовых культур), повышают доступность азота, но разлагаются слишком быстро, чтобы гарантировать необходимую защиту почвы.
  - **Поддержка активности «почвенной биологической инфраструктуры»**  
В системах ПРЗ интенсивные севообороты настоятельно необходимы, чтобы обеспечивать значительное количество разнообразного органического вещества (т.е. питательных веществ, а вследствие этого – субстрата, богатого углеводами и азотом) для поддержания активности почвенной биоты, повышения разнообразия их родо- и



видового состава, а также усиления их функциональной деятельности.

- **Борьба с сорняками, вредителями и болезнями**

Диверсифицированный севооборот взаимодополняющих растений – это важная фитосанитарная стратегия.

- **Экономическая устойчивость**

Экономия энергии (топлива и труда), а также финансов (уменьшение износа) приводит к снижению производственных затрат. Такая эффективность проявляется уже в первый год, в то время как все остальные методы использования почвы начинают влиять на доходы фермеров лишь спустя некоторое время. Диверсификация культур в севообороте – это дополнительное условие, рекомендованное для обеспечения экономической стабильности и устойчивости производства.

- **Питательные вещества почвы**

Цикл накопления – минерализации органического вещества – это функциональный двигатель ПРЗ, поскольку он помогает восстанавливать и поддерживать плодородие почвы и уменьшать ее эрозию.

- **Почвенная влага**

Тяжелые дождевые капли разбивают почвенные агрегаты на поверхности, и мелкие частицы закупоривают поры, не давая воде впитываться в почву. Защищенная поверхностным слоем органического вещества почва лучше улавливает и использует воду благодаря тому, что впитывание воды и ее инфильтрация повышаются, а испаряемость с поверхности почвы снижается.

- **Побочные воздействия**

Очень важно снижать количество осадочного материала в поверхностных водах, особенно в регионах, характеризующихся крутыми склонами и интенсивными осадками.

Следует отметить, что формирование почвенных агрегатов и структуры требует много времени, однако достаточно всего одной вспашки, чтобы их разрушить. Поэтому очень важно, чтобы применение ПРЗ носило долгосрочный характер.

### 3.1 Ограничения и решения, касающиеся внедрения и применения ПРЗ

Изучение состояния ПРЗ в Восточной Европе и Центральной Азии позволило определить ряд вызовов в плане применения ПРЗ во всем регионе, среди которых:

- неспособность фермеров выбрать наиболее подходящие варианты диверсифицированного севооборота;
- дефицит приемлемой техники и полевого оборудования;
- нехватка знаний о системах ПРЗ у сотрудников служб распространения сельскохозяйственных знаний и технического персонала, а также на уровнях принятия решений.

Когда обработка почвы является глубоко укоренившейся частью традиционной культуры земледелия, недостаток знаний о системах ПРЗ и управлении ими приводит к тому, что возделывание культур без вспашки становится для фермеров серьезной проблемой. ПРЗ – это намного больше, чем просто посев по дернине, и сложнее для реализации, чем обработка почвы.

Большинство фермеров способны механическим способом внести в почву удобрения, закопать семена сорняков и на один сезон воссоздать временную структуру почвы в виде неустойчивой среды, позволяющей вырастить культуру. Методика нулевой обработки требует другого подхода к агротехни-



ке. Среди фермеров мало таких, которые знают, как организовать севооборот, нацеленный на производство необходимой биомассы посредством последовательной смены культур, обеспечить почву питательными веществами, своевременно уменьшить рост сорняков, снизить динамику появления вредителей и вырастить конкурентоспособный урожай.

Для правильного расчета севооборота фермеры должны знать, как эффективно включить в севооборот покровные культуры. Кроме того, требуется опыт в плане выбора правильной техники (особенно сеялок для прямого посева) для специфических условий конкретного хозяйства. Особым случаем ПРЗ, требующим дополнительных технических приемов и управления, является сочетание в одном хозяйстве животноводства и растениеводства;

- Производство недостаточного объема биомассы в полужасушливых районах из-за малого количества осадков, краткости вегетационного периода и конкуренции за использование растительных остатков выращенных культур (в основном, на корм скоту).

Оставление полей «голыми» в конце сухого сезона вызывает деградацию почвы и приводит к снижению урожайности.

Вышеописанные ситуации следует рассматривать как возможности, призванные изменить подход в ведение хозяйствования, применяя более устойчивые системы, чем те, которые основаны на обработке почвы, а также как возможности, которые можно использовать для решения целого ряда задач по охраны окружающей среды.

Успешное внедрение системы ПРЗ невозможно без тщательного предварительного планирования (как минимум, за год). При этом фермерам требуется накопить достаточно знаний, чтобы обрести уверенность в том, что все аспекты новой системы производства учтены.

В данном разделе даны важные практические рекомендации, а также говорится о роли политики.

### С чего начать внедрение ПРЗ?

- Обследование почвы и ее анализ для определения содержания питательных веществ, pH и ситуации со стоком вод. Поскольку ПРЗ зависит от жизненных процессов в почве, то почвы следует довести до состояния, обеспечивающего развитие такой жизни. Прежде чем переходить к ПРЗ, в почве необходимо устранить лимитирующие факторы физического и химического плана. Особенно это относится к деградированным и истощенным почвам, которые требуют вложения определенных средств в мелиоративные мероприятия по восстановлению почв.
- В случае дефицита питательных веществ следует использовать остатки покровных культур и минеральные удобрения.
- Если почва кислая ( $\text{pH} < 7$ ), для повышения pH рекомендуется применять известь. Это следует делать до внедрения ПРЗ, поскольку реакция извести более интенсивная, когда ее вносят в почву.
- На уплотненных почвах (в результате уплотнения в процессе почвообразования или формирования уплотненного слоя вследствие применения плугов и сеялок) следует использо-

вать глубокорыхлитель (или рыхлитель для неглубоко залегающих уплотненных слоев) с целью разрушения твердых слоев и подплужной подошвы.

- В случае неровности поверхности поля и неоднородности микрорельефа, поле следует выровнять (провести планировку), чтобы обеспечить посев семян на одинаковую глубину.

Для этого последняя операция по обработке почвы перед переходом к ПРЗ должна обеспечить удаление транспортных борозд (обычно при помощи стойки глубокорыхлителя), борозд и гребней, оставленных культиватором, а также эрозионных канавок (в зависимости от глубины канавок – дисковой бороной или плугом) и оставить поверхность поля выровненной (обычно с помощью дискового культиватора со смещающимися в сторону от линии тяги батареями). Точности выравнивания можно добиться при помощи лазерного планировщика.

- Поле, на котором предполагается внедрять ПРЗ, не должно быть сильно заражено злостными сорняками. Если же поле заражено, то необходимо принять меры по уничтожению сорных растений до начала внедрения ПРЗ.
- Следует планировать и применять диверсифицированные севообороты, которые будут использованы в первые несколько лет для производства максимально возможного объема растительных остатков в существующих местных агроэкологических условиях (Раздел 6). Выполнимость этого будет зависеть от того, какие семена доступны, какие культуры хоро-

шо растут в этом районе, и могут ли фермеры продать свою продукцию.

Введение нулевой обработки почвы на поле, где солома была сожжена – наихудший из возможных вариантов, а если солома была убрана – это второй из наихудших вариантов. Легче начинать ПРЗ после выращивания такой культуры, которая позволяет эффективно бороться с сорняками. Таким образом, после уборки предыдущей культуры (товарной или покровной) на поверхности должно остаться достаточное количество пожнивных остатков.

- В случае использования гербицидов, следует научиться их правильно и целесообразно применять. Это позволит избежать рисков для здоровья и гарантировать эффективность обработки. Также следует знать, как калибровать оборудование для внесения гербицидов (опрыскивателя).
- Что касается механизации, рекомендуется приобретать опыт, не делая больших капитальных вложений. Специальные сеялки можно получить для временного пользования, взяв в аренду или в рамках демонстрационного показа.

Посев при нулевой обработке выполняется как однопроходная операция. Ошибки или низкое качество посева могут обойтись очень дорого. Поэтому, следует попрактиковаться на небольшом участке поля для приобретения навыков обеспечения однородности сева на точно заданную глубину. Сначала следует сеять по низкой стерне, а с обретением опыта – при большем количестве пожнивных остатков.

- Следует начать внедрение системы ПРЗ на небольшом участке (10% от

площади хозяйства), чтобы обрести опыт и подготовиться к новому образу действий и графику мероприятий, прежде чем применять эту технологию во всем хозяйстве.

Если есть такая возможность, следует побеседовать с опытными фермерами, занимающимися ПРЗ, и поучиться на их опыте и ошибках.

### Во всех системах:

- Следует проводить регулярное обследование почвы, анализ содержания питательных веществ и определение pH.

В условиях ПРЗ взятие образца почвы должно захватывать всю ширину рядка (гребня) при помощи специального широкого, плоского (вертикального) пробоотборника (почвенного бура). Иначе результаты будут искажены показаниями концентрации удобрений в рядке (гребне) (если только не собрать большое количество произвольно отобранных образцов).

Рекомендуется брать образцы на глубине 0-10 и 10-20 см, чтобы получить представление о содержании питательных веществ на поверхности почвы (вследствие рециркуляции питательных веществ из остатков на поверхности), а также 20-40 см для определения факторов, замедляющих рост корней.

- Следует внедрить интегрированные методы защиты растений от болезней и вредителей;
- Следует включать в севообороты различные культуры, чтобы объединить достоинства отдельных видов. При этом, позаботиться о включении видов растений, дающих большой

урожай биомассы (**рис. 9-11**), а также видов с глубоко проникающими и мощными корнями, помогающими предотвратить уплотнение почвы и/или разрушающими уплотненный подпочвенный пласт.

Стратегия диверсификации севооборотов включает как последовательное возделывание сельскохозяйственных культур в чистом виде, так и одновременное в виде смесей разных культур (**Вставка 11**).

- При мелкомасштабном выращивании продовольственных культур (но не в целях размножения семян) рекомендуется использовать смеси сортов для снижения риска полной гибели урожая (если не уродится один сорт, то другой восполнит потерю).
- В системах, основанных на применении покровных культур, использование смесей культур позволяет включать в смеси более ценные сорта (используя, следовательно, более дорогие семена), но в меньших объемах. Смеси могут включать от 2 до 4 видов различного типа (т.е. кустистые, ползучие) и с различными типами корней (например, мочковатыми, стержневыми).

Например, горох и овес хорошо сосуществуют в смеси, поскольку имеют корневые системы разного типа.

Дополнительная выгода от широкого видового разнообразия заключается в том, что появляется возможность выходить на нишевые рынки региона. Значение диверсифицированных севооборотов будет расти, если принять во внимание рыночный потенциал таких культур, как масличные (рапс, горчица, сафлор, подсолнечник), однолетние зернобобовые (го-





© ФАО/ Х. Муминджанов

**Рисунок 9.** Пример совместного выращивания кукурузы и огурцов на приусадебном участке фермера



© ФАО/ Х. Муминджанов

**Рисунок 10.** Совмещенный посев овса и гороха формирует высокий урожай сбалансированного по составу корма и способствует улучшению состояния почвы





Рисунок 11. Пример чередования культур фермерами на небольших участках

рох, нут, чечевица), кормовые бобовые, зерновые (пшеница, ячмень, овес, просо, рожь, гречиха). Полевые школы фермеров способны познакомить своих слушателей с новыми прибыльными направлениями, а также помочь фермерам определить для себя, что выращивать, как выращивать и как выйти со своей продукцией на рынок (**Вставка 6**).

- ПРЗ начинается в период уборки урожая. Следует или обеспечить укрытие поверхности почвы (на весь период до посева), оставив пожнивные растительные остатки хорошо и равномерно распределенными в поле, и/или посеять культуру, обеспечив оптимальную густоту стояния растений, и/или посеять покровные культуры либо как междурядные, либо последовательно.

Это защитит поверхность почвы от образования твердого слоя или корки. Также поможет предотвратить потери

ценных водных и почвенных ресурсов. Растения и слой мульчи замедлят поверхностный сток воды и дадут ей время, чтобы впитаться в почву. В это же время корни и органическое вещество помогут увеличить количество пор и каналов, через которые усилится инфильтрация воды.

- Для хорошего укрытия почвы следует проводить посев рано и обеспечивать плотность покрова после всходов.

Если почва в районах с орошением сухая, фермеры обычно перед обработкой почвы проводят полив, а затем посев. В богарных районах они обычно дожидаются первых осенних дождей, которые вызывают прорастание сорняков. Затем проводится обработка почвы, чтобы уничтожить сорняки, а после проводят посев.

ПРЗ предоставляет большую гибкость и возможность сеять следующую культуру сразу после уборки



предыдущей, как только погода позволит провести посев. В засушливых районах с богатыми условиями, ранний посев зерновых обеспечивает более эффективное использование воды в течение вегетационного периода: рано посеянные культуры эффективно используют влагу от первых дождей в плане более быстрого укоренения осенью, интенсивного роста весной (когда более прохладно и доступно больше почвенной влаги), а также возможности избежать стресса от жары и дефицита влаги в начале лета в период налива зерна. Однако в случае раннего посева следует помнить о возможных замороз-

ках в конце весны или ранней осенью, особенно это касается бобовых культур (когда их возделывают не с целью использования в качестве «зеленого удобрения»). Борьба с сорняками в рано посеянных культурах описывается в **Разделе 5.2**.

Нормы высева, обычно используемые в настоящее время фермерами региона, зачастую избыточно высоки (вопреки советам сотрудников служб распространения сельскохозяйственных знаний), что вызывает излишнюю конкуренцию между растениями. Этого стоит избегать особенно в тех случаях, когда наличие воды ограничено и/или стоимость семян высока.

#### **Вставка 6. Полевые школы фермеров и расширение экономических возможностей**

Владельцам мелких хозяйств в индивидуальном порядке трудно эффективно покупать средства производства и продавать свою продукцию, поскольку они оказываются в полной зависимости от торговцев. Объединяясь в группу, фермеры получают возможность совершать оптовые закупки и оговаривать более выгодные цены. При ведении бизнеса с группами фермеров, а не с отдельными мелкотоварными фермерами у закупщиков, представителей перерабатывающей промышленности и торговцев снижаются затраты на погрузочно-разгрузочные работы, и объемы торговли могут расти.

Перечень вопросов для изучения рынка:

##### **■ Производственный и рыночный потенциал:**

- Какие культуры, в основном, сегодня возделывают и какой скот разводят?
- Какие другие культуры и скот могут выращивать и продавать фермеры?
- Какие продукты нужны потребителям? Как они используют эти продукты?
- Каковы преимущества у других культур и скота по сравнению с уже имеющимися в плане урожайности/продуктивности, качества, цены и сезонности? Каковы основные проблемы встречаются при производстве, уборке и хранении урожая?
- Является ли продукт сортовым? Сколько сортов? Какие существуют стандарты качества? Как влияет наличие разных стандартов качества на цену?

##### **■ Снабжение средствами производства и финансирование:**

- Какие ресурсы необходимы? Может ли фермер легко получить эти ресурсы? Хорошего ли они качества?
- Оказывают ли поставщики ресурсов консультативную помощь фермерам? Насколько хороши их рекомендации?
- Имеются ли у фермеров средства на закупку средств производства?
- Имеются ли у фермеров сбережения?
- Могут ли фермеры получить кредит? Какие имеются источники кредитования? Дают ли закупщики фермерам кредиты, если «да», то на каких условиях? Насколько легко фермерам купить или взять в аренду оборудование?



**Рисунок 12.** Защита почвы остатками убранной пшеницы

Следует тщательно калибровать сеялки, а также поощрять использование качественного семенного материала адаптированных и зарегистрированных сортов.

4. Когда накопление углерода в почве уменьшится, следует сменить последовательность возделывания культур на новую, более интенсивного типа, для увеличения возврата свежего органического вещества во времени и пространстве. Это даст подпитку почвенным организмам и улучшит структуру почвы.
5. Остатков растений зачастую недостаточно для обеспечения сплошного укрытия поля, особенно в условиях конкуренции в плане использования этих остатков.

Во многих странах региона обычно практикуется выпас скота по стерне. Когда скот поедает лишь небольшую часть пожнивных остатков, плодородие

почвы обеспечивается за счет оставшихся растительных остатков, а также за счет поступающих навоза и мочевины. Однако, поскольку огораживание не является распространенной практикой, наблюдается излишнее поедание пожнивных остатков скотом.

**Вставка 7** содержит приблизительный расчет допустимого распределения пожнивных остатков на разные нужды.

В полузасушливых районах следует избегать бесконтрольного поедания пожнивных остатков скотом, а для свободного выпаса скота в сообществах должны быть найдены и согласованы альтернативные решения, чтобы достаточная часть растительных остатков использовалась для укрытия почвы во избежание ее уплотнения в результате вытаптывания. К тому же, следует продавать только излишки соломы. Экономические убытки от уменьшения продажи соломы могут быть компенсированы за счет повышения урожайности.

**Вставка 7. Какое количество пожнивных остатков можно удалять с поля?**

В идеале, поверхность почвы должна быть укрыта на все 100%. Однако объем и толщина оставляемых на поверхности поля растительных остатков также зависят от климатических условий и географического расположения местности. В зонах с более холодным климатом, рекомендуется оставлять небольшой слой остатков во избежание медленного прогревания почвы и запоздалого прорастания семян.

Для полного затенения земли пожнивными остатками зерновых культур требуется примерно 3-3,5 т остатков на гектар.

Однако исследования показывают, что до 50% всех остатков можно удалить, не снижая высокой прибыльности, достаточного здоровья почвы и возможности смягчать непредсказуемые погодные проявления.

Задача заключается в сохранении покровного слоя на почве на уровне, по меньшей мере, 30%, что в пересчете на реальные минимальные объемы пожнивных остатков составляет:

- 1 т/га на умеренно тяжелых почвах;
- 1,5 т/га на средних почвах;
- 2,5 т/га на песчаных почвах.

При уборке урожая зерна пшеницы 1 т/га остается примерно 0,7 т растительных остатков (эта цифра может меняться в зависимости от сорта, погодных условий, насекомых или болезней).

Например, урожай пшеницы или ячменя в 2-3 т/га обеспечит достаточное количество соломы, часть которой можно использовать на корм скоту/продажу, и при этом останется достаточное количество для укрытия земли (рис. 11). С другой стороны, такие бобовые культуры, как чечевица или нут, не обеспечат защитное покрытие земли, особенно в тех случаях, когда растения во время уборки урожая вытаскивают из земли и убирают с поля.

## 3.2 Политика и роль институциональной поддержки при внедрении и распространении ПРЗ

В то время как подходы по обеспечению устойчивой интенсификации растениеводства на основе ПРЗ являются очень перспективными, конкретные технологические решения различаются в зависимости от местных условий и потребностей фермеров.

Сторонниками этих подходов являются фермеры, правительства, а также организации, создаваемые для поддержки фермеров. Эти организации должны быть динамичными, чтобы реагировать на различные и постоянно меняющиеся потребности фермеров, а также способными снижать любые риски в переходный период.

Политика должна быть направлена на поддержку стратегии национального развития, нацеленной на адаптацию ПРЗ к потребностям фермеров и широкое его распространение, а также на привлечение заинтересованных сторон посредством участия в национальных и региональных платформах.

Рекомендуемые меры также должны способствовать улучшению процесса сближения поставщиков и закупщиков продукции для работы в команде с представителями государства на местах и другими сторонами в плане обеспечения фермерских нужд и потребностей. Работа, проводимая в рамках полевых школ фермеров, весьма перспективна в плане достижения указанной цели в том смысле, что такая работа стимулирует объединение фермеров в группы и информирует поставщиков (как средств производства, так и технических знаний) о существую-

щих возможностях. Чтобы и далее обеспечить наличие и ценовую доступность необходимых ресурсов и оборудования, политика может содействовать росту технологий и повышению научно-технического потенциала при помощи разработки и выполнения программ по распространению технических знаний, а также

облегчать возможность совершения закупок благодаря предоставлению кредитов.

Поддержка внедрения и распространения ПРЗ в регионе должна оставаться среди основных приоритетов сотрудничества с ФАО, другими донорами и местными партнерами в обозримом будущем.



# 4

## ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИКА ДЛЯ ПОЧВОЗАЩИТНОГО И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

© ФАО/ Х. Муминджанов, Б. Сафаров

### ГЛАВА 4







## 4. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИКА ДЛЯ ПРЗ

**Д**анные, полученные из различных регионов мира, свидетельствуют о том, что широкое внедрение ПРЗ маловероятно, если необходимое специализированное оборудование для посева в необработанную и мульчированную почву (т.е. при наличии стерни и/или покровной культуры), а также для контроля и ухода за покровными культурами и растительными остатками не будет легкодоступным и иметь приемлемую цену.

Когда фермерам передают знания о новых технологиях, должны существовать условия для использования таких технологий. Другими словами, если фермерам предстоит внедрять инновации, они должны хотеть этого, они должны знать, как это делать, и у них должны быть возможности следовать рекомендациям. При отсутствии техники для прямого посева и возможностей ее обслуживания, фермеры будут не в состоянии выполнять рекомендации.

В последующих разделах более подробно обсуждаются вопросы о борьбе с сорняками (Раздел 4.1), использовании растительных остатков (Раздел 4.2) и технике для прямого посева (Раздел 4.3).

### 4.1 Оборудование для борьбы с сорняками

**Имеются следующее полевое оборудование для борьбы с сорняками:**

- портативные косилки для уничтожения сорняков лучше всего приспособлены для использования в мелких хозяйствах. Они не требуют специальных знаний по применению химических веществ и несут меньшую

угрозу разноса (разбрызгивания, дрифта) гербицида и нанесения вреда посевам, чем опрыскиватели;

- популярны ранцевые опрыскиватели, однако есть сложности с их правильным использованием. Требуется обучение для получения навыков их использования должным образом (рис. 13). Для охвата более широкой площади, ранцевые опрыскиватели могут быть оборудованы многофорсуночной штангой. Для борьбы с сорняками в междурядьях с применением гербицидом неизбирательного действия при возделывании пропашных культур, опрыскиватели можно снабдить щитками для предотвращения вреда культурам;
- оборудование для опрыскивания (портативное или на гужевой тяге, а также приспособленное для мотоблока или четырехколесного трактора) обсуждаются в Разделе 4.2, а управление им – во Вставке 9.

### 4.2 Оборудование для обращения с остатками растений и возделывания покровных культур

Управление покровными культурами и остатками растений – исключительно важный компонент ПРЗ, требующий тщательного выбора оборудования и умения им пользоваться.

**Деформирующий каток для покровных культур**

Деформирующий каток предназначен для прикатывания и прерывания жизненного цикла растений покровной культуры, оставляя остатки растений на поверхности почвы. Он является не-



Рисунок 13. Применение ранцевого опрыскивателя

обходимым орудием для управления покровными культурами, помогающим значительно снизить нормы применения гербицидов при нулевой обработке почвы.

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. Такие ребра предпочтительнее ребер с острым краем, которые разрезают растения и перемещают их остатки, способные помешать обеспечению контакта семени с почвой во время посева. К тому же разрезанные растения могут заново отрастать, а изломанные и расплюснутые растения обычно засыхают и погибают.

Использование шевронных ребер уменьшает вибрацию и позволяет вести работу с большей скоростью.

Катки могут быть передне- или задненавесными. Прикатывание и посев можно объединить в одной операции (экономя время и энергию), используя передненавесной каток и задненавесную сеялку.

Это недорогое орудие, и во многих случаях его можно производить на месте или силами самих фермеров. В качестве альтернативы можно использовать и другие схожие приспособления, произведенные кустарным способом. Например, на диски старой дисковой бороны можно приварить стальные стержни.

Разные культуры по-разному реагируют на прикатывание. Время проведения этой операции зависит от типа культуры. Предварительные исследования показали, что некоторые культуры следует прикатывать во время цветения, чтобы гарантировать их гибель. Также, для некоторых культур одного прохода катка может быть недостаточно. Некоторые культуры могут отрастать заново, но

это, наряду с появлением дополнительной биомассы, может оказаться желательным в зависимости от поставленных задач. Фермерам следует поэкспериментировать с различными культурами и их смесями, пробуя прикатывания в разное время с учетом конкретных условий.

### Опрыскиватели

Особого внимания заслуживают опрыскиватели.

Спектр опрыскивателей охватывает как 20-ти литровые ранцевые с одной форсункой, так и самоходные с 40-метровой штангой и емкостью бака 2 тыс. литров и более. Все они используют гидравлические распылительные форсунки.

В крупных хозяйствах пестициды можно применять посредством прицепных опрыскивателей: два трактора тянут линию форсунок, питаемых из шланга, соединенного с другим шлангом (100 м максимум) между тракторами. Возмож-



© ФАО/С. Сангинов

Рисунок 14. Деформирующий каток для прикатывания покровных культур

но также опрыскивание с самолетов. Однако, поскольку при авиаопрыскивании гербицидами высок риск разноса вещества и загрязнения окружающей среды, а также угрозы здоровью населения в прилегающей местности, то этот способ не рекомендуется.

Локальное опрыскивание можно проводить вручную, используя ранцевый опрыскиватель, или трубками, соединенными с баком штангового опрыскивателя (изолирую или демонтируя штанги).



© ФАО/Х. Муинджанов

Рисунок 15. Штанговый опрыскиватель для внесения гербицида



Также имеется оборудование с вращающимися форсунками, позволяющее применять пестициды дозированными каплями и в значительно меньших дозах, чем при применении гидравлических форсунок (малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание). Оборудования для точного опрыскивания (с сенсорами, открывающими лишь те форсунки на штанге, которые обработают живые сорняки) способны значительно уменьшить объем гербицидов, используемых для борьбы с сорняками, особенно в случае применения гербицидов неизбирательного действия перед появлением всходов (как это обычно делают при нулевой обработке для уменьшения популяций широколиственных сорняков на посевах зерновых культур и злаковых сорняков на посевах бобовых).

Выбор хорошей форсунки очень важен, поскольку она может сэкономить время и деньги. Следите за тем, чтобы форсунка хорошо работала: чтобы она не подтекала, имела правильное положение, обеспечивала равномерное распределение и оптимальный размер капель (позволяла избежать разброса рабочего раствора). Изношенные форсунки нужно заменять.

Дополнительная информация о работе опрыскивателей приведена во **Вставке9**.

### **Уборочная техника**

Равномерное распределение растительных остатков очень важно, поскольку избыток остатков в середине убираемой полосы и слишком малое их количество по ее краям приводит к снижению эффективности использования сеялки и опрыскивателя. Существуют следующие способы утилизации остатков зерновых культур.

### **Зерноуборочная техника, оборудованная хорошо сконструированным приспособлением для равномерного распределения соломы и мякины 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, цельных початков кукурузы, стеблей бобовых культур), а другая часть – из мелких фрагментов или измельченных остатков (мякины), 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 мякины. Распределитель соломы предназначен для распределения цельных остатков растений по полю. Обычный распределитель мякины использует 2 вращающихся диска с поворотными пластинами для разбрасывания мякины 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 оставалось бы кучи соломы. Если это случается, улучшить работу распределителя можно следующим образом: повысить скорость и увеличить передаваемую мощность (например, используя двойную ременную передачу) или увеличить размер лопастей на распределительных дисках, чтобы усилить нагнетательный эффект.

На резку соломы тратится больше энергии, чем на простое ее разбрасывание.





© ФАО/Х. Муминджанов

**Рисунок 16.** Уборка урожая сои и разбрасывание растительных остатков по полю

вание, и на большей части территории региона соломорезки не нужны: мелкие фрагменты растительных остатков могут быть унесены ветром и водой, а в засушливом и полузасушливом климате они быстро распадаются.

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

Очесывающая жатка, которая крутится в обратном направлении, когда комбайн движется вперед, только счесывает зерно с растения или снимает початки, оставляя стебель неповрежденным в вертикальном положении.

Обычно по такой стоящей стерне довольно легко использовать дисковые

сошники, а растительные остатки можно прикатать после прохода сеялки.

Дополнительным преимуществом является уменьшение количества соломы, попадающей в комбайн, за счет повышения его производительности и эффективности.

### 4.3 Оборудование для прямого посева

Для посева без предварительной вспашки или обработки почвы и нарезки гребней требуются сеялки, способные:

- Прорезать слой остатков растений;
- Проникать в почву (в том числе и уплотненную) на оптимальную глубину сева семян;
- Точно размещать семена, закрывая борозду и обеспечивая хороший контакт между семенем и почвой;
- Одновременно с посевом вносить минеральные удобрения чуть глубже и в стороне от семени.

Данный раздел содержит краткое описание техники и оборудования для прямого посева.

### Ручные сеялки

Ударные сеялки (рис. 16) помещают заданное количество семян и удобрений в почву. Обычно они оборудованы двойным носиком, чтобы выход семени и удобрения происходил одновременно. Расход удобрения и семян можно регулировать. Используют их следующим образом: втыкают в землю с закрытым носиком, затем рукоятки раздвигают, позволяя семенам и удобрению упасть в гнездо, а после закрытия носики для семян и удобрения заполняются снова.

Сеялка мотыжного типа (рис. 17) представляет собой другой тип ручной сеялки. Это орудие сделано в виде раздвоенной мотыги (тяпки), у которой лезвие заменено носиками для выпуска семян и удобрения (в заданных количествах) при каждом ударе.

### Сеялки на гужевой тяге

Сеялки этого типа в основном используются фермерами в Африке и Южной Азии. Однако их можно использовать и в горной местности Восточной Европы и Центральной Азии, где размеры хозяйств ограничены, и фермеры используют тяговую силу (например, быков или лошадей) для полевых работ или транспортировки грузов (рис. 19).

Большинство сеялок на гужевой тяге – однорядные, в них впрягают лошадей/мула или пару волов. Оборудование на конной тяге требует особой конструкции дозирующего механизма, так как при использовании этих животных скорость движения сеялки, как правило, выше, чем при использовании волов.

Имеются также двухрядковые сеялки. Обычно сеялки на гужевой тяге для прямого посева используются для крупнозерных, а не мелкозерных злаковых культур, поскольку последние требуют гораздо более узких междурядий.

© ФАО/ М. Махкамов



Рисунок 17. Нулевой посев при помощи ударной сеялки





© ФАО/ Б. Сафаров

Рисунок 18. Сеялка мотыжного типа для нулевого посева

У большинства сеялок спереди имеется диск для резки растительных остатков (для удаления нарастающих на лезвии остатков), за которым находится сошник для внесения удобрений и двойной эксцентрический семенной диск.

Распределение семян осуществляется посредством либо горизонтального перфорированного диска, либо схожим механическим дозирующим устройством. На некоторых моделях устанавливаются диски, которые обычно имеются в наличии у крупных производителей, что обеспечивает их доступность на местах, когда для новых культур требуются новые междурядные расстояния.

На одних моделях имеются колеса контроля глубины высева семян и удобрений, на других – только одно колесо для контроля заделки семян. Положение и размеры колес различны.

Механизмы заделки борозды также разнообразны, а иногда отсутствуют.

Приспособления для распределения удобрений различаются по качеству у разных моделей.

### Мотоблоки

Большинство сеялок для прямого высева на гужевой тяге можно приводить в движение при помощи мотоблока, поскольку рабочий принцип такой же (рис. 20). При этом существуют разновидности, специально сконструированные для работы с мотоблоком и способные обрабатывать до 4 рядков, хотя обычно это оборудование используется для высева 1-2 рядков. Именно в Азии был разработан ряд недорогих сеялок для прямого посева, в которых используются долотообразные сошники или диски и, в зависимости от состояния растительных остатков, режущие диски для расчистки пути для сошников. В некоторых случаях машинист сеялки может стоять на задней платформе в качестве дополнительного груза для облегчения работы двухдисковых сошников.



Рисунок 19. Сеялки на гужевой тяге

Для мелкозерных злаковых культур и узких междурядий (например, у пшеницы и риса), а также для случаев, когда слой пожнивных остатков плотный, были созданы сеялки прямого посева, захватывающие до 6 рядков (рабочий захват – 1 м).

Некоторые модели сеялок предназначены для посева по технологии полосового рыхления почвы, когда борозда открывается при помощи узкой ротационной бороны, приводимой в движение валом отбора мощности от двигателя. В других случаях растительные остатки разрушаются перед сошниками. Это необходимо, поскольку у мотоблоков ограничена грузоподъемность и тяговая сила, что ограничивает способность обычных тракторных сеялок прямого посева справляться с пожнивными остатками.

### Навесные и прицепные тракторные сеялки

Необработанные почвы плотнее и менее проницаемы в первые несколько лет, когда осуществляется переход к ПРЗ. К тому же стерня на поверхности поля представляет собой дополнительный слой, служащий препятствием для посева. По этим причинам большинство сеялок прямого посева тяжелее, чем обычные сеялки. Дополнительный вес позволяет сеялке сохранять требуемую глубину высева семян на грубых почвах и при значительном количестве растительных остатков. Однако некоторые компании производят очень тяжелые сеялки (иногда весом до 2-3 тонн), для использования которых необходимы мощные трактора.

Из-за большого веса размеры навесных тракторных сеялок невелики, то есть их рабочий захват составляет 2-3 м у сеялок для мелкозерных злаков и до 6 рядков у сеялок точного высева для пропашных культур.





© ФАО/ Дж. Киенэле

**Рисунок 20.** Сеялка нулевого посева на мотоблоке

Более крупные прицепные тракторные сеялки имеют свои опорные колеса и различаются по ширине захвата от 4 до 40 рядков, или же в случае мелкозерных злаковых культур – до 24 м.

### **Основные составные части всех сеялок следующие:**

#### **Рама/шасси**

Рама сеялки обычно состоит из элементов управления; прицепного устройства для трактора; механизма заглубления сошника в почву на необходимую глубину и контроля глубины высева семян.

У сеялок для пропашных культур механизм представлен регулирующими копирующими колесами (расположены рядом с сошниками). У сеялок для мелкозерных злаковых культур – это прикапывающее колесо с регулируемым давлением (расположено позади сошников).

В каждом случае давление передается от массы оборудования к одина-

льным сошникам индивидуально. На большинстве сеялок используются прижимные пружины. Заглубление дискового сошника регулируется нижним стопором задней прижимной пружины, чтобы обеспечить достаточное давление на копирующее колесо регулятора заглубления для закрывания и прикапывания борозды. Важно, чтобы во время работы машина не опиралась на ограничительные болты приводных колес.

Верхние стопоры задних прижимных пружин контролируют только положение сошников, когда сеялка находится в поднятом состоянии, чтобы не касаться земли. Они не контролируют давление и никогда не должны касаться поддерживающей стойки во время работы сеялки.

На усовершенствованных моделях сеялок используются гидравлические регуляторы давления и электронные датчики глубины высева семян, позволяющие настраивать давление для различных почвенных условий.

### Ящик/бункер

У некоторых моделей сеялок имеются отдельный бункер для семян и отдельный для удобрения в отличие от некоторых моделей, у которых они объединены.

### Механизм распределения семян

Механизм распределения семян состоит из ходового привода и дозатора для каждого бункера, а также трубопроводов, доставляющих требуемое ко-

© ФАО/Х. Муминджанов



Рисунок 21. Сеялка для нулевого посева узкорядных культур

© ФАО/Х. Муминджанов



Рисунок 22. Сеялка нулевого сева Great Plains 1007NT: 1 – режущий диск (кольтер), 2 – регулятор глубины заделки семян, 3 – механизм очистки диска от грязи, 4 – дисковый сошник



личество семян и удобрений к системе рядового посева. На приводное колесо оказывается лишь необходимое для обеспечения работы дозаторов давление. Больше никакой вес оно не поддерживает. Дозатор требует калибровки, чтобы менять расход семян и удобрений независимо от скорости движения.

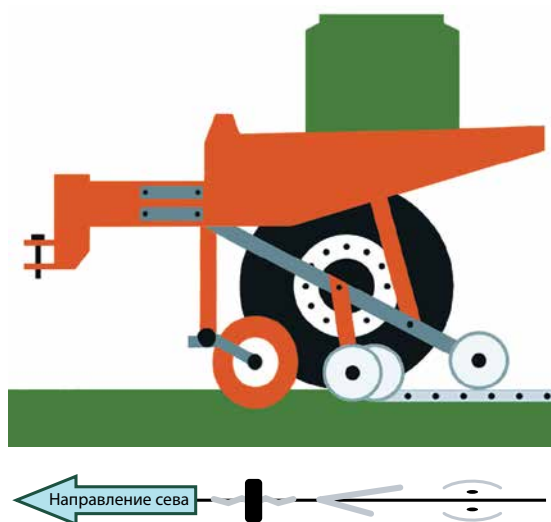


Рисунок 23. Пример расположения органов сеялки нулевого посева и типы режущих дисков

### Основные типы механизмов распределения семян следующие:

- Сеялки, обеспечивающие постоянное поступление семян в рядки. У сеялок с шириной захвата менее 4 м этот постоянный поток дозируется механическими приспособлениями, куда семена под действием гравита-

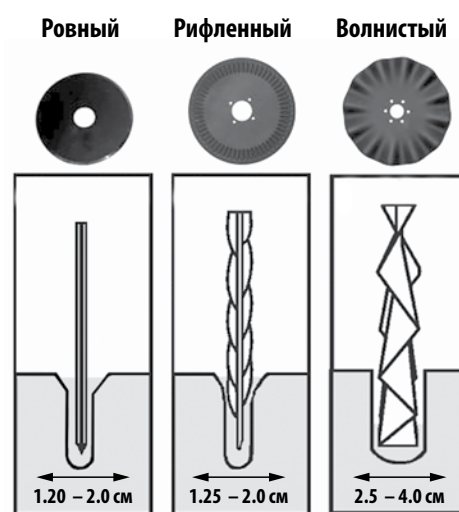


Рисунок 24. Примеры режущих дисков



Рисунок 25. Участники ПШФ в Армении знакомятся с сеялкой для нулевого посева

ции попадают из семенного бункера, занимающего всю ширину сеялки. На больших сеялках часто используют вентиляторы, чтобы помочь потоку семян.

- Механизмы точного высева, доставляющие единичные семена к конкретному посадочному месту в рядке. Дозировка семян в трубопровод может осуществляться механически (при помощи перфорированного горизонтального диска, наклонного диска или пальцевого колеса, вертикальных колес с небольшими колпачками). Модели различаются по степени точности высева и размеру семян во избежание их повреждения.
- Пневматические механизмы точного высева, использующие вакуум для вытягивания семян на перфорированные диски. Эти механизмы обеспечивают хорошую точность, не требуют точного совпадения диаметра отверстий на дисках с размерами и формой семян, а также меньше травмируют семена, но при этом у

них высокие требования к обслуживанию из-за необходимости сохранять вакуум в системе.

- Пневматические сеялки, в которых нагнетанием воздуха семена перемещаются из центрального бункера (который может располагаться на отдельном прицепе, расположенном за сеялкой) в сошник через трубопровод. В общем, пневматические сеялки не имеют широкого применения в данном регионе, где сев мелкозерных злаковых культур проводится с помощью традиционной рядовой сеялки или универсальной техники, рассчитанной на разные размеры семян.

### Система рядового посева

Каждая система рядового посева состоит из следующих элементов:

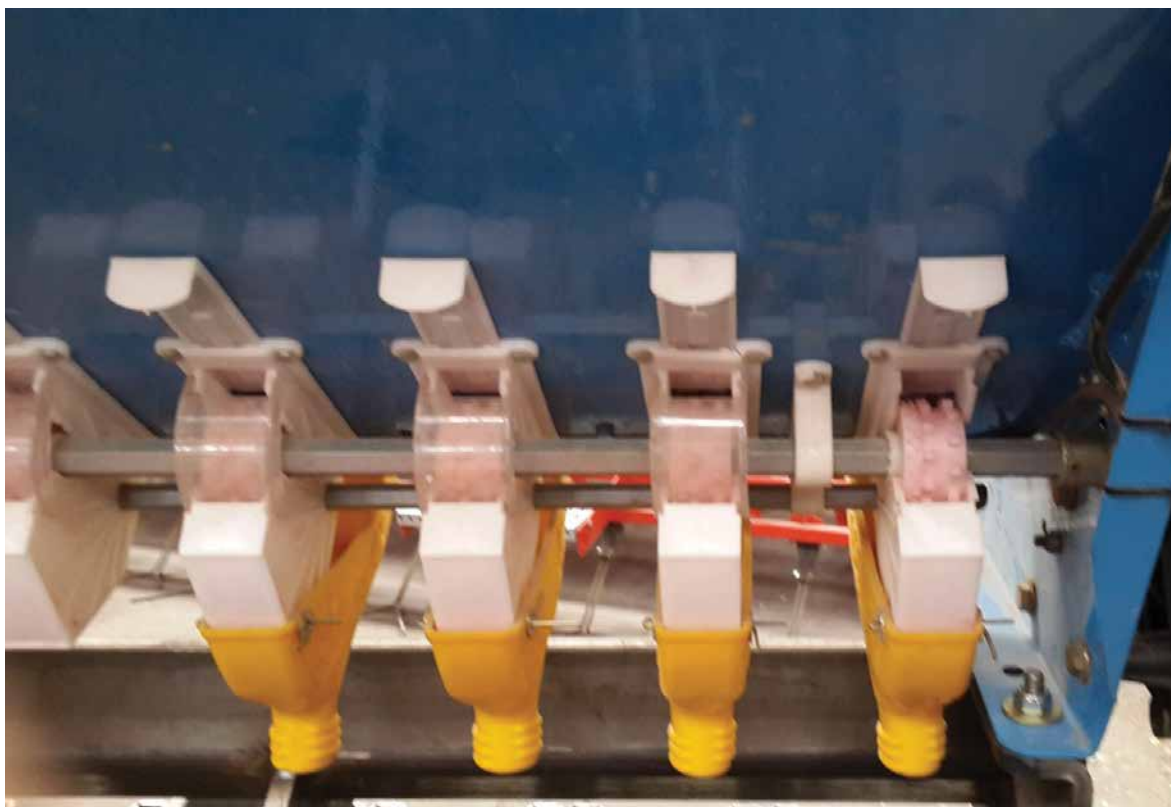
- **Сошники**, прорезающие непрерывную борозду/выемку в почве. Существует несколько основных типов сошников для посева в различных условиях и с различным бюджетом:





© ФАО/ Дж. Киенгле

Рисунок 26. Металлический бункер для семян и пластмассовый бункер для минеральных удобрений



© ФАО/ Х. Муинджанов

Рисунок 27. Пример механизма регулирования нормы высева семян

- **Двухдисковые сошники** обладают огромным преимуществом, поскольку менее всего нарушают почву. Они только прорезают щель для помещения в нее семян. В результате лишь малое количество сорняков извлекается на поверхность и получает стимул к прорастанию. Этим сошникам требуется сравнительно малое тяговое усилие (и малый расход топлива). Однако для гарантированного разрезания растительных остатков и хорошего заглубления в твердые почвы требуется сильное давление, т.е. большой вес оборудования – обычно 200-250 кг на рядок.
- **Двухдисковые сошники со смещенными дисками** характеризуются тем, что край одного диска находится чуть впереди края другого диска. Находящийся впереди диск разрезает растительные остатки и почву, выполняя функции режущего сошника (кольтера), а задний диск открывает борозду для посева семян. Благодаря такой конструкции отпадает необходимость в кольтере для разрезания растительных остатков, даже если они лежат плотным слоем. Эффективность работы даже возрастает, если последующий диск имеет меньший диаметр, чем ведущий. При такой конструкции, потребность в весе оборудования уменьшается примерно до 100 кг на рядок. По мере изнашивания дисков образуется зазор, через который растительные остатки и земля набиваются между дисками. Поэтому своевременный надлежащий уход (т.е. заточка и регулировка) обеспечивает оптимальное размещение семян. Для двухдисковых сошников хорошего качества требуется высококачественная сталь, которая позволяет делать диски достаточно тонкими, чтобы они оставались острыми и износостойкими, не гнулись и не ломались. Однако зачастую это приводит к высокой стоимости двухдисковых сошников.
- **Килевидные сошники** проникают под слой растительных остатков и поднимают их из борозды. Этим сошникам спереди требуется кольтер, чтобы избежать проблем с их забиванием из-за накручивания растительных остатков на сошник. Килевидные сошники непригодны для посева на малую глубину в покровную культуру, поскольку они будут волочить растения покровной культуры по всему полю.
- **Долотовидные или анкерные сошники** обычно отличаются дешевизной и долговечностью, требуют меньшего веса оборудования, но сравнительно сильно нарушают почву, что вызывает потерю почвенной влаги. При таких качествах эти сошники обычно используют на твердых сухих и на сугубо песчаных почвах, преимущественно на богарных землях. Поскольку такие почвы обладают очень сильным действием, то приходится часто менять сошники, что требует больших расходов. Но обычно такие сеялки применяются для прямого посева на богарных землях, потому что там почва не очень уплотнена и обычно растительных остатков мало – долотовидные или анкерные сошники могут собрать растительные остатки и усложнить посев семян культуры.

- **Кольтеры/аппликаторы** для внесения удобрений предназначены для доставки удобрений в борозду. Применение некоторых форм азотных удобрений (например, мочевины) поверхностным способом приводит к их значительному испарению. Поэтому азот следует помещать в почву. Эту операцию можно совместить с посевом. Однако контакта семян с удобрением в борозде следует избегать любыми способами. Поэтому обычно удобрение вносят перед проходом семенного сошника, чуть глубже и, в идеале, чуть в стороне от семенной борозды (во избежание попадания семян в разрезы, оставленные кольтером для внесения удобрений). Существуют следующие основные варианты кольтеров для внесения удобрений:

- **Гильотинный кольтер**, вплотную соединенный с диском для резки растительных остатков, с небольшой V-образной гильотиной, прикрепленной к ножу и выполняющей функцию очистителя диска (меньшего размера на тяжелых почвах). Всегда используйте туковый сошник или гильотину при посеве кукурузы и хлопчатника или при посеве на пересохших пастбищах и в толстый слой растительных остатков;
- **Ножевидное чересло**, расположенное на некотором расстоянии позади диска для резки растительных остатков. Используют на твердых, сухих и уплотненных почвах;
- **Двойные диски разного диаметра со смещением**, в зазор между которыми поступает удобрение. Они используются на легких почвах или когда трудно справиться

с растительными остатками. Они могут работать как при наличии дискового резака, так и без него, однако есть сложности с обеспечением смещения семенного диска по отношению к кольтеру для внесения удобрений (есть угроза ожога семян от контакта с калийными или азотными удобрениями).

Как и в случае с дозировкой семян, аппликатор удобрений также нуждается в калибровке.

- **Устройства для заделывания борозды** предназначены для укрытия семян и обеспечения хорошего контакта семени с почвой, что важно для прорастания и появления всходов. Основные типы бороздозаделывающих колес, используемых для перемещения почвы обратно в семенную борозду, следующие:

- парные наклонные колеса, установленные V-образно (с регулируемым наклоном и давлением) для одновременной заделки борозды и обеспечения контакта семени с почвой;
- одиночное наклонное металлическое прикатывающее колесо;
- одиночное прикатывающее колесо с резиновым ободом.

Для вдавливания семени в дно семенной борозды непосредственно сразу за семяпроводом и перед устройством для заделывания борозды может быть установлено узкое вдавливающее колесо или волокуша.

#### На дисковых сеялках:

- **Диск/кольтер для разрезания растительных остатков**. Перед двухдисковыми сошниками могут располагать-





© ФАО/Х. Муминджанов

Рисунок 28. Двухдисковые сошники со смещенными дисками



© ФАО/Х. Муминджанов

Рисунок 29. Сеялка с долотовидными или анкерными сошниками





Рисунок 30. Диск (кольтер) для разрезания растительных остатков

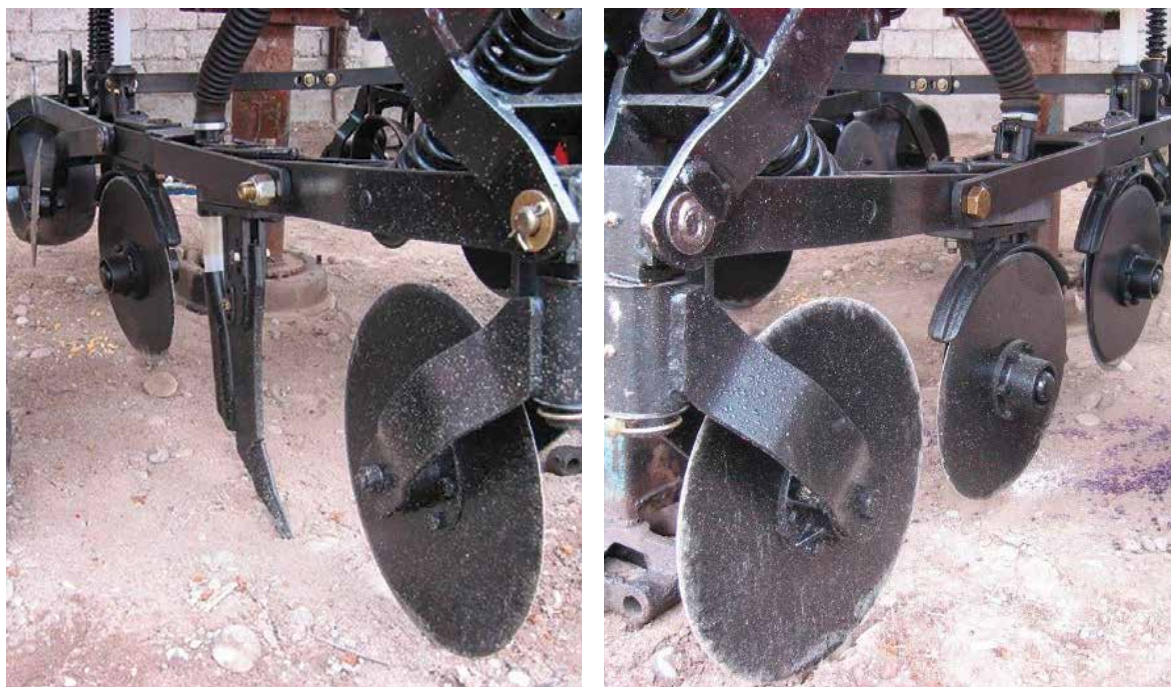
ся диски/кольтеры для разрезания растительных остатков. Кольтеры могут быть прямыми/гладкими (чаще всего), рифлеными или волнистыми. В принципе, более широкие волны или бороздки на кольтере нарушают почву в большей степени и требуют большего давления для проникновения в почву. Обработка почвы волнистыми кольтерами более щадящая, поскольку их давление меньше, и это позволяет увеличивать скорость техники. Чтобы на склонах и при движении по кривой кольтеры и сошники двигались по одной траектории, они должны располагаться близко друг к другу. Во избежание образования воздушных пустот, способствующих высыханию почвы, кольтеры должны действовать на глубине чуть меньшей, чем глубина заделки семян.

- **Очистители рядков.** Мелкие растительные остатки способны негативно влиять на работу сошников. Кольте-

ры, разработанные для прорезания слоя растительных остатков, могут наоборот заталкивать мелкие остатки растений в семенную борозду. Если растительные остатки не измельчены, то можно использовать очистители рядков, чтобы отметать эти остатки от сошников. Очистители рядков должны перемещать лишь растительные остатки, но не почву. Если почва рядка будет нарушена, то она утратит влагу и покроется коркой. Если рас-



Рисунок 31. Двухдисковые сошники



© ФАО/Х. Муминджанов

**Рисунок 32.** Долотовидный (слева) и двухдисковый (справа) сошники для внесения удобрений

тительные остатки измельчены, то очистители рядков не нужны. Пальчатые очистители рядков особенно непригодны в данной ситуации, поскольку растения покровной культуры будут наматываться на пальцы.

Необходимо повышать доступность и ценовую привлекательность приспособлений для технологии нулевой обработки почвы местного производства. Однако при отсутствии на рынке приемлемой техники, а также в целях экономии можно использовать модифицированную

технику (например, модифицировать старую сеялку). В этом случае нужно будет приобрести только части сеялки, непосредственно контактирующие с почвой.

В любом случае фермерам следует самим модифицировать свою технику (например, очистители рядков или колтеры), чтобы было легче приспособить оборудование к полевым условиям и обеспечить правильное проведение посева семян и внесения удобрений.





# 5

## МЕРОПРИЯТИЯ В СИСТЕМАХ ПРЗ

© ФАО/ С. Корси, Х. Муминджанов

### ГЛАВА 5







## 5. МЕРОПРИЯТИЯ В СИСТЕМАХ ПРЗ

**В** разделах 5.1-5.4 описывается последовательность мероприятий. Что касается операций с использованием техники, следует учесть, что для предотвращения уплотнения почвы нужно использовать широкие шины для полевой техники и сокращение ее движения по полям. А при возделывании пропашных культур необходимо выбрать узкие шины, чтобы трактор при движении по полю не разрушал сформировавшиеся и постоянно поддерживающие гребни.

Далее рассматриваются вопросы управления фитосанитарными условиями (Раздел 5.5) и питательными веществами (Раздел 5.6). Они обсуждаются здесь лишь в той мере, в какой относятся к системе ПРЗ, а не к технологиям, основанным на обработке почвы, поэтому исчерпывающего раскрытия этих тем ожидать не следует.

### 5.1 Обращение с растительными остатками

С растительными остатками убраных и покровных культур следует обращаться правильно, чтобы они могли выполнять свои функции (Раздел 5.1). Прямой посев без укрытия поверхности поля (мульчирования) может быть вреднее, чем вспашка, поскольку вызывает уплотнение почвы, ухудшает снабжение растений питательными веществами и способствует распространению сорняков. Поскольку в ПРЗ с растительными остатками обращаются абсолютно по-другому, нежели в системах, основанных на обработке почвы, то новым последователям ПРЗ необходимо изменить соответственно свое мышление и подход.

#### Требуется осмыслить следующие вопросы и проблемы:

- Зерновые злаковые культуры следует скашивать выше, чем в системах, основанных на обработке почвы, лучше всего – на высоте около 25 см. В некоторых районах это позволяет избежать почвенной эрозии и обеспечить накопление снега.
- Зернобобовые культуры следует убирать, срезая растения, а не вытаскивая их из земли вместе с корнями.
- Растительные остатки никогда и ни в коем случае нельзя смешивать с землей, чтобы предотвратить/минимизировать иммобилизацию и недоступность питательных веществ для последующих культур на ранней стадии вегетационного периода (Вставка 8). Остатки, попавшие в почву, разлагаются быстрее, чем оставшиеся на поверхности, поэтому иммобилизация азота может произойти на самом раннем этапе вегетационного периода.
- Самое главное правило обращения с растительными остатками заключается в их равномерном распределении по полю после уборки урожая, иначе точность работы сеялок и опрыскивателей может быть нарушена.

Чтобы избежать этого, лучше всего оборудовать комбайны разбрасывателями соломы и мякины (Раздел 4.2).

В сухом климате и при низкой производительности биомассы нет необходимости резать солому, иначе ее может унести ветром, а разложение ее произойдет слишком быстро.



Рисунок 33. Снегозадержание при помощи стерни в Северном Казахстане

## 5.2 Предпосевная агротехника возделывания покровных культур и борьба с сорняками

### Обращение с покровными культурами

Что касается покровных культур, то в зависимости от географического положения, видовой принадлежности и агротехники, они могут погибнуть в период засухи или зимой, что позволит провести последующий посев без специальной обработки.

Более стойкие или прямостоячие многолетние виды могут превратиться в сорняки, если их во время не убрать или не уничтожить. Следовательно, фермерам требуется методика контроля покровной культуры, пока она не стала конкурировать с последующей культурой. Этого можно добиться двумя путями:

#### 1. Предпосевное прерывание жизненного цикла при помощи механического катка. С распространением

покровных культур связано применение специального оборудования, предназначенного для контроля и обращения с растительными остатками (Раздел 4.1).

- Деформирующий каток плющит и ломает (изгибает) стебли растений, которые высыхают после этого через несколько дней. Покровную культуру прикатывают, двигаясь в том же направлении, в котором будут проводить сев, создавая плотный ковер на поверхности почвы. Изгибание стеблей способствует обезвоживанию растений покровной культуры.
- Использование деформирующего катка – эффективный способ прерывания жизненного цикла покровных культур, когда гербицид вносится в меньших количествах или вообще не применяется.
- Лишь один деформирующий каток (без гербицида) эффективнее всего работает в случае с высоки-

**Вставка 8. Соотношение C/N при утилизации растительных остатков**

Соотношение C/N – это соотношение между содержанием азота и содержанием углерода в растительных остатках, служащее хорошим индикатором, показывающим ход процесса иммобилизации или минерализации азота в результате разложения остатков (**Вставка 3**):

- Растительные остатки с соотношением C/N ниже 25 разлагаются легко и обеспечивают быстрое высвобождение таких органических молекул как полисахариды и азот. Чтобы избежать нежелательного быстрого высвобождения азота, зернобобовые культуры следует сеять в смеси с зерновыми колосовыми. После прерывания жизненного цикла растений сбалансированной смеси выход азота может быть более постепенным.
- Если соотношение C/N в разлагающихся остатках высоко (C/N выше 25), то, скорее всего, последующая культура будет испытывать дефицит азота.

Иммобилизации азота способствует включение растительных остатков в слой почвы.

Только при отсутствии растений, корни которых способны поглотить избыток азота, запасание его части микробной популяцией может быть полезным для связывания избыточного азота.

Чтобы избежать нежелательного дефицита азота во время следующего вегетационного периода из-за его иммобилизации, необходимо:

- подождать 1-3 недели после прерывания жизненного цикла растений с высоким соотношением C/N прежде, чем выращивать следующую культуру;
- восполнять азот из более доступных источников, если по практическим соображениям его задержка нежелательна;
- осуществлять совместное выращивание разных покровных культур, как дополнительный способ понижения соотношения C/N всей биомассы.

На соотношение C/N влияют тип культуры, вид, а также время прерывания жизненного цикла покровной культуры.

- Соотношение C/N в остатках зрелых бобовых культур в среднем низкое, варьирует в пределах от 9 до 25 и обычно значительно ниже 20 (т.е. ниже ориентировочного порогового значения, при котором происходит быстрая минерализация азота в растительных остатках).

Например, у вики мохнатой соотношение C/N в среднем равно 13.

Раннее укоренение бобовых покровных культур в результате дает увеличение биомассы и азота. Максимальное количество азота в биомассе накапливается у бобовых перед цветением (**Раздел 6.1**). Прерывание жизненного цикла бобовых в начале или середине цветения обеспечивает высвобождение максимального количества азота, доступного для последующей культуры.

- У большинства злаковых (включая мелкозерные) соотношение C/N в основном зависит от времени прерывания жизненного цикла.

Раннее прерывание жизненного цикла злаковых покровных культур дает более низкое соотношение C/N, типичное для молодых растительных тканей и приводит к быстрому разложению меньшего количества растительных остатков, что уменьшает укрытие почвы.

При прерывании жизненного цикла зерновых злаковых культур во время цветения соотношение C/N обычно становится выше 30, что увеличивает иммобилизацию азота.

Например, у ржи посевной соотношение C/N изменяется от 15 у молодых растений до 25 в фазе появления флагового листа и до 36 во время цветения.

В целом, задержка сроков прерывания жизненного цикла до фазы цветения увеличивает соотношение C/N и накопление надпочвенного сухого вещества, а прерывание жизненного цикла после цветения повышает соотношение C/N, но не производство биомассы.

Управляя покровными культурами, можно обеспечить почву растительными остатками разного типа в разное время года и способами, отвечающими разным целям и поставленным задачам (**Раздел 6.1**).

ми прямостоячими покровными культурами – такими, как овес, рожь посевная и пшеница, чей жизненный цикл прерывают на стадии цветения или позже, в фазе восковой спелости.

- Деформирующий каток в сочетании с гербицидом неизбирательного действия, когда вносится лишь половина рекомендуемой дозы, также эффективно прерывает жизненный цикл всех покровных культур, как и полная доза гербицида. Однако применение гербицида неизбирательного действия в меньшей дозировке может привести к выживанию устойчивых сорняков (**Вставка 9**). Поэтому надежнее полностью исключить применение гербицида неизбирательного действия при использовании катка или же применять гербицид в рекомендуемой дозировке (совмещая с прикатыванием или без него) в контексте диверсифицированных севооборотов.
- Движение деформирующего катка должно пересекать будущие рядки для посева. Это поможет избежать проблем с сеялками, которые могут возникнуть, если стебли высоких покровных культур полягут в разных направлениях после химического прерывания их жизненного цикла.
- Используйте вертикальный цеповой измельчитель или горизонтальный роторный измельчитель для расплющивания, например, стеблей хлопчатника или кукурузы.
- Горизонтальный роторный измельчитель может создавать валки. Посев по диагонали через валки способен уменьшить засорение.

**2. Предпосевная химическая обработка** – опрыскивание гербицидами. Высушивание (десикация) покровных культур и сорняков химическим способом обсуждается во **Вставке 9**, а оборудование – в **Разделе 4.1**.

**А также контролируемый выпас скота по стерне.** Если у фермеров есть скот, то контролируемый выпас обеспечит им (земледельцам и/или их соседям) некие краткосрочные выгоды при прерывании жизненного цикла покровной культуры, как например, повышение содержания азота в почве при поступлении навоза и мочи животных.

## Борьба с сорняками

Одно из самых заметных различий между ПРЗ и пахотным земледелием касается динамики роста сорняков и борьбы с ними.

Основная задача обработки почвы – уничтожение сорняков, и для этого не требуются особые знания, поскольку переворачивание почвы уничтожает многие сорняки механически – посредством закапывания. Прекращение вспашки требует применения других мер борьбы с сорняками, включая регулярный мониторинг развития их популяций. Это особенно важно в течение первых 2-3-х лет переходного периода, поскольку запас семян сорняков в почве весьма велик. Для того чтобы опустошить этот банк семян сорных растений, необходимо любыми путями препятствовать образованию семян сорняков, а для этого следует применять интегрированный подход:

### 1. Биоагротехнический способ

Основа эффективности ПРЗ – не только в нулевой обработке почвы, но и в ее сочетании с тщательным уходом.



- Чем разнообразнее севооборот, тем эффективнее уничтожение сорняков. Включение в севооборот видов культур, обеспечивающих быстрое формирование плотного покрытия, подавляет сорняки. В частности, включение достаточного количества злаковых дает большое количество медленно разлагающихся растительных остатков. Например, рожь посевная, сорго, крестоцветные и такие бобовые, способные формировать большую биомассу, как вика мохнатая.
- До прорастания и развития основной культуры, покровные культуры могут быть использованы для подавления прорастания сорняков либо физически, либо аллелопатически.
- Для затенения сорняков севооборот должен обеспечивать достаточное количество биомассы за счет последовательности чередования культур и/или победы в конкуренции с сорняками благодаря скорости роста и созданию плотного листового полога.
- Густой посев создает более качественное покрытие, которое затеняет и в итоге подавляет сорняки. Узкие промежутки между рядами основной культуры могут задерживать укоренение подсевной покровной культуры, однако при этом уменьшается численность сорняков.
- Ранний посев дает больше возможностей сельскохозяйственной культуре конкурировать с сорняками.
- Для аллелопатического контроля сорняков покровные культуры должны выделять вещества, подавляющие прорастание семян сорняков и их рост.

Предварительным условием эффективной борьбы с сорняками является равномерное распределение растительных остатков.

Возможность подавления сорняков слоем остатков прикатанной покровной культуры зависит от покровной культуры, видовой принадлежности сорняка и высоты, а также плотности (толщины) слоя покровной культуры. Мелкие сорняки прикатыванием не уничтожить.

## 2. Химический способ борьбы с сорняками/ Опрыскивание гербицидами

Выбор гербицида зависит от оценки восприимчивости сорняков: изучите спектр сорных растений и стадию их развития.

Если до сих пор отсутствуют специализированные руководства для борьбы с местными сорняками (для страны или региона), сотрудникам служб распространения сельскохозяйственных знаний/фасилитаторам полевых школ фермеров следует разработать руководство по наиболее часто появляющимся сорнякам и снабдить его рекомендациями для особых условий фермеров – участников полевых школ фермеров. В таком руководстве должны быть приведены описания сорняков, фотографии семян, проростков и зрелых растений, перечни всех гербицидов, официально зарегистрированных и имеющих в стране, характеристики восприимчивости сорняков к каждому гербициду (нечувствителен, восприимчив, очень восприимчив), а также изложены способы применения и меры предосторожности.

Наилучшее время для опрыскивания следует выбирать исходя из характеристик гербицида, а также полевых условий – степени засоренности сорняками, стадии их роста, погодных условий (ветра, дождя, температуры).

#### Вставка 9. Всушивание покровных культур и сорняков химическим способом

- Вода, используемая для внесения гербицида, должна быть чистой и без суспензий: глина и органические вещества адсорбируют распыляемые химические вещества и снижают эффективность, мелкий песок и другие частицы могут засорить форсунки.
- Растения, находящиеся под стрессом, не могут эффективно впитывать гербицид. Опрыскивать необходимо в период активного роста.
- Опрыскивать следует рано утром после высыхания росы (дождь, роса или другая жидкость разжижают гербицид, снижая впитывание активных компонентов) или поздно вечером (обычно в это время скорость ветра наименьшая), чтобы сорняки простояли достаточное время под гербицидом в сухую погоду. Избегайте опрыскивания в середине дня при слишком высокой температуре и низкой влажности воздуха.
- Для оценки требуемой дозы гербицида следует руководствоваться принципом: чем больше масса живых корней, тем выше должна быть доза. Недавно проросшие растения с малой массой корней легко уничтожаются малыми дозами контактного гербицида.
- Перед использованием опрыскивателя всегда следует проверять – на предмет правильности рабочего давления, засорения форсунок, времени расхода конкретного объема (требуется калибровка для используемого объема).  
Независимо от целей применения, в процессе всей работы должен поддерживаться правильный расход гербицида. Это возможно только при наличии хорошего опрыскивателя, откалиброванного таким образом, чтобы был обеспечен желаемый расход рабочей жидкости. Вероятно, это самая трудная и затратная по времени задача, поскольку требуется проверить и настроить каждую форсунку, а все форсунки, у которых расход отличается от среднего более чем на 10%, должны быть заменены форсунками того же типа, номера и цвета. Всушивающий системный гербицид следует применять в виде больших капель. Применение гербицида в малых объемах улучшает его впитывание и эффективность опрыскивателя, но требует большего мастерства от оператора.
- В случае всушивания большого объема зеленой массы покровной культуры или сорняка, обеспечьте промежуток до трех недель между опрыскиванием и посевом для того, чтобы дать время на рассеивание аллелопатических продуктов после разложения корней.

**Предупреждение:** гербициды являются источником риска для человека, окружающей среды и культурных растений, поэтому их всегда необходимо использовать осторожно.

Для справки в **Приложении 4** приведен Экологический и социальный стандарт ФАО по борьбе с вредными организмами и управления пестицидами, содержащийся в Руководстве ФАО по экологическому и социальному управлению.

Всегда безопаснее использовать гербициды неизбирательного действия в рекомендуемых изготовителями дозах. Доза ниже рекомендуемой может не до конца уничтожить сорняк, повышая тем самым возможность образования у него семян. В таких условиях эти семена, скорее всего, будут устойчивы к гербициду.

Меняя гербициды каждый год или используя разные гербициды в течение вегетационного периода (применяемые до и после прорастания), можно предотвратить накопление устойчивых видов сорных растений.

- Предпосевное иссушение сорняков с помощью гербицида неизбирательного действия – наиболее важная операция в ПРЗ. Так как в системах, основанных на нулевой обработке почвы, в полужасушливых и засушливых районах весьма сложно обеспечить достаточное покрытие поверхности земли (вследствие низкой производительности биомассы и кон-

курении со скотом за растительные остатки), для увеличения урожайности необходимы химические средства борьбы с сорняками. Если не обеспечить надлежащий контроль сорняков на этой стадии, уничтожение их на более позднем этапе с помощью гербицидов избирательного действия будет стоить очень дорого. В случае сильного засорения рекомендуется

дождаться первых дождей и дать сорнякам прорасти, а затем уничтожить их гербицидом неизбирательного действия непосредственно перед посевом, пока растения еще молодые и мелкие.

- Однако в засушливых условиях применение гербицида неизбирательного действия перед посевом можно рекомендовать не всегда. При отсутствии особых проблем с сорняками в сухом климате чаще всего выбирают послевсходовые селективные и специфические гербициды, когда ожидание достаточного отрастания сорняков задержит посев культуры на несколько недель.
- Иногда может потребоваться дополнительное применение селективных гербицидов, чтобы справиться с отрастающими сорняками. Селективные гербициды можно смешивать с высушивающими гербицидами для отдельных сорняков. Следует свериться с рекомендациями по локальному уничтожению сорняков, а также справочниками для выяснения совместимости активных компонентов и подходящих опрыскивателей. При использовании гербицидов на посевах бобовых культур особо следует позаботиться об эффективном контроле злаковых. При использовании на зерновых культурах почти все гербициды следует применять на очень ранней стадии роста – между появлением второго и пятого листа и у зерновых, и у сорняков. Это время является критическим, поскольку по мере отрастания сорняков бороться с ними становится все труднее и при этом можно нанести вред культуре.
- Если злостные сорняки сконцентрированы на небольших участках, как это часто бывает со злаковыми и многолетними сорняками, рекомендуется

использовать ранцевый опрыскиватель. При правильном использовании этот способ весьма эффективен и обходится дешевле, чем опрыскивание всего поля с использованием трактора с навесным оборудованием и многофорсуночной штангой. Обработку следует провести до тотального высушивания (десикации сорняков) или позже с целью устранения недоработок.

Сорняки следует оставить в поле в качестве укрытия для почвы. Если тщательно следить за тем, чтобы не появлялись новые семена, и целенаправленно уничтожать многолетние виды (особенно злаковые), то постепенно проблема с сорняками уменьшится.

### 5.3 Прямой посев (с нулевой обработкой почвы)

Чтобы вырастить больше сельскохозяйственных культур в течение вегетационного периода, очень важен их своевременный посев. При посеве с нулевой обработкой почвы все действия производятся по высушенному растительному покрову (покровные культуры или сорные растения) либо по прикатанным покровным культурам (**Раздел 5.1**). Это позволяет сократить время на подготовку почвы, обеспечивает возможность раннего посева и продлевает вегетационный период на срок до 4 недель за сезон.

Ранний посев особенно важен в условиях засушливого климата. В начале сезона не тратится драгоценное время на подготовку почвы для посева, поэтому можно использовать весь вегетационный период и избежать неэффективного расхода столь ценной и дефицитной дождевой воды. К тому же в связи с тем, что вторую (пожнивную) культуру можно сеять сразу же (даже в тот же самый день) после убор-



**Рисунок 34.** Прямой посев поживной кукурузы в пшеничную стерню в Таджикистане

ки озимой культуры, в связи с чем избегаются потери почвенной влаги.

#### **Для всех систем:**

- Сеять следует своевременно как основную культуру, так и покровную.
- Разбросной способ посева зачастую оказывается наименее эффективным методом и требует повышения нормы высева по сравнению с другими методами. Мелкосемянные виды (например, клевер), как правило, лучше укореняются при разбросном посеве, чем виды растений с более крупными семенами.
- В засушливых климатических условиях семена можно заделывать глубже (на 6-8 см) с тем, чтобы проросшие семена не увядали во время засух.
- Можно дополнительно внести азотное удобрение для мелкосемянных покровных культур при низком содержании остаточного азота в почве.
- Прервите жизненный цикл покровной культуры за 2-3 недели до даты посева основной культуры, чтобы

избежать проблем, связанных с аллелопатией, вредителями и посевными работами.

#### **Механизированные системы:**

Ниже приведены рекомендации для механизированных систем:

- Перед началом работы сеялки необходимо регулировать, чтобы удобрение и семена могли быть внесены на нужную глубину.
- Как правило, семена заделывают на глубину 3-6 см в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры. Однако в холодном климате и в случае раннего посева в засушливых условиях рекомендуется более глубокая заделка семян.
- Существует общее правило, что жизненный цикл покровных культур (особенно зерновых) нужно прерывать за 2-3 недели до посева, чтобы дать растительному материалу возможность высохнуть и стать ломким. Посевному



оборудованию легче пробиться через сухой и ломкий слой растительных остатков покровной культуры, чем через не полностью высушенные остатки – они жесткие, режутся с трудом, и все это может закончиться тем, что техника вдавит их в почву или потащит за собой через все поле.

- Если основная культура нечувствительна к аллелопатическим химическим соединениям, выделяемым покровной культурой, высевайте основную культуру прямо под живую покровную, а затем прервите жизненный цикл покровной культуры.
- Вдавливание растительных остатков происходит из-за того, что сошники не прорезают их слой, а проталкивают вглубь грунта, уменьшая, таким образом, контакт семян с почвой. Вдавливание может происходить на очень влажных почвах, с жесткими растительными остатками, сырыми или увядшими остатками (даже если они неделями лежали на поверхности почвы), особенно во время утреннего посева, когда эти остатки еще сырые от осадков или росы. Если происходит вдавливание остатков в грунт, приостановите посев.
- Чтобы прорезать толстый слой растительных остатков, следует использовать дисковые сошники и оптимальную скорость движения техники (6 км/ч). На твердых или сухих почвах скорость движения следует снизить.

Проверяйте диски на предмет неровностей и остроты, чтобы избежать забивания их грязью.

### **Схемы посева на постоянные гребни в условиях орошения**

ПРЗ на орошаемых землях сочетается с посевом на **постоянных гребнях**, для чего можно без труда отобрать и подготовить соответствующую технику.

При такой схеме семена можно высевать в заранее сформированные постоянные гребни шириной 60-90 см и высотой 15-30 см, с 1-3 рядками на гребень. Гребни считаются постоянными тогда, когда их сохраняют в течение многих сезонов для последовательных севооборотов. Борозды (незасеянные полосы) между гребнями обеспечивают орошение, дренаж и служат колеями для техники.

Первоначальное формирование гребней требует вспашки. Впоследствии никакой дополнительной вспашки не проводится, за исключением периодического восстановления гребней. Данная операция также служит для механизированной прополки сорняков в междурядьях.

*Примечание, касающееся разбивки гребней и посевных работ: оборудование должно быть рассчитано на одновременный высев семян более чем в один гребень, поэтому трактористам нужно научиться нарезать гребни строго по прямой, с абсолютно равными промежутками, и двигаться строго по сформированным бороздам.*

Необходимо следить, чтобы в бороздах не было лишних пожнивных остатков (это освободит путь для воды и позволит избежать закупорки). Междурядную обработку следует проводить примерно спустя 1-2 недели после посева в гребни второй культуры. Однако сроки этой операции зависят от объема пожнивных остатков, который обычно неодинаков для разных культур с разной урожайностью и обусловлен тем, какое их количество убрали на корм скоту и для иных целей.

Удобрение можно вносить по необходимости как ленточным, так и поверхностным способом даже после прорастания культуры.

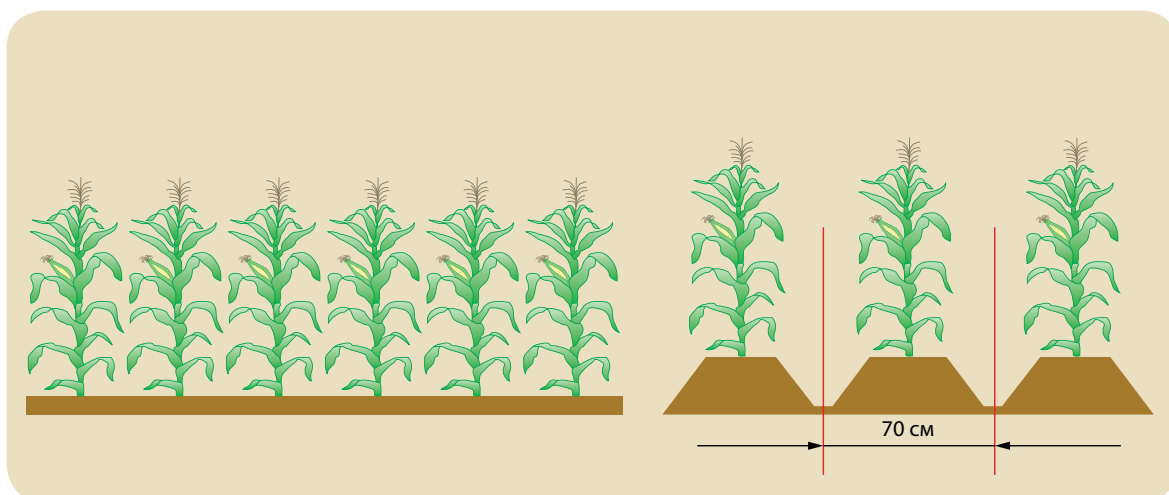


Рисунок 35. Конфигурация традиционных схем посева (слева) по сравнению с гребневым (справа)

Что касается борьбы с засолением в орошаемых аридных зонах, гребневой метод ПРЗ благотворно влияет на почвенную воду и динамику солей.

**Преимущества гребневого посева по сравнению с посевом на ровном поле:**

- При гребневом способе посева соли лучше вымываются из борозд.

Если гребни орошаются с обеих сторон, вода поступает из двух борозд к середине гребня, а соли, перемещаясь вместе с водой, аккумулируются в его верхней средней части:

- в случае однорядных и трехрядных посевов на гребне нужно следить, чтобы семена попали в середину гребня;



Рисунок 36. Нарезка гребней для посева кукурузы в Кыргызстане

- при двухрядном посеве на гребне семена сеются по обоим краям гребня на расстоянии от зоны наибольшего накопления солей.
- Если рядки орошают попеременно, соли аккумулируются у неорошаемого плеча гребня. В этом случае семена сеют не в середину гребня, а в один ряд на то плечо гребня, которое соседствует с поливной бороздой.
- Поверхностное мульчирование уменьшает испарение почвенной влаги, повышает инфильтрацию и тем самым снижает восходящее движение солей (в корнеобитаемый слой) капиллярным движением в ответ на изменения градиента испарения.

### Для наклонного семенного ложа:

- семена сеют на наклонной стороне гребня чуть выше уровня водотока;
- полив следует продолжать до тех пор, пока влага основательно не продвигается за посевной рядок.

Посев в постоянные гребни в равной степени доступен и выгоден (экологически устойчив и прибылен) для мелких и крупных фермерских хозяйств.

В **Таблице 3** показаны основные преимущества гребневого посева и бороздкового полива по сравнению с пахотными системами, где применяется полив затоплением («дикий полив»).

**Таблица 3.** Сравнение гребневой схемы ПРЗ с системами земледелия с применением полива затоплением

Параметр	Гребневой метод	Сравнительное преимущество
<b>Эффективность водопользования</b>	до 30% выше	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Потенциальные возможности узких гребней в плане урожайности выше, чем у более широких</li> </ul>
<b>Урожайность</b>	такая же или выше	
<b>Доступ к полю</b>	облегченный, обеспечивающий возможность:	<p>Повысить эффективность использования удобрений, так как можно вносить их в определенное место и в тот момент, когда это больше всего нужно растениям, например, в случае с пшеницей техника может без уплотнения гребней вносить азотные удобрения ленточным способом в фазах кущения или стеблевания или поверхностным способом в более поздние сроки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Снизить использование гербицидов благодаря механизированной обработке междурядий</li> <li>■ Облегчить размножение семян и повышение их качества благодаря рядности посева</li> </ul>
<b>Доход фермера</b>	выше, потому что:	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Сокращаются затраты на оперативные расходы в среднем на 25%, в том числе снижается расход топлива (до 60 л/га/год) из расчета на выход продукции с единицы площади.</li> </ul>

## 5.4 Послепосевные работы

После посева избирательно используйте подходящие гербициды (те же, что и в случае традиционной пахотной обработки). Следует ознакомиться с соответствующей информацией о гербицидах по району (по стране или региону).

Как и при любых иных действиях с использованием сельскохозяйственной техники, в послепосевных работах необходимо соблюдать ту же рядность, что и при использовании рядовой сеялки, и двигаться по полю точно по ее колее.

## 5.5 Фитосанитарный контроль

Когда на одном участке поля каждый год выращивается одна и та же культура (монокультура), то болезни, сорняки и вредители развиваются активнее, снижают урожайность и способствуют снижению рентабельности производства.

Некоторые фермеры, используя поле под посевы, на какой-то период оставляют его незасеянным, то есть под паром с тем, чтобы таким образом избавиться от губительных для посевов вредителей или болезней и дать земле время на «отдых», надеясь, что она восстановит свою первоначальную продуктивность. Однако, если хотя бы на несколько недель оставить поле неиспользуемым или незасеянным, почва становится уязвимой для ветровой или водной эрозии, а также для вредоносных сорняков, лишаящих почву питательных веществ, что сводит на нет все преимущества парования. На полях, оставленных под паром, нет никаких источников энергии для почвы, за исключением самопроизвольно появляющихся сорняков, которые бесперебойно обеспечивают ее своими семенами. Поэтому вместо того, чтобы восстановить «пищевую сеть» почвы, такая практика еще больше обедняет

ее органический состав, а когда засушливый сезон сменится дождливым, может привести к серьезной эрозии почвы и вымыванию питательных веществ.

Поэтому следует избегать парования. Однако если фермеры не стремятся отказаться от пара, обработку почвы необходимо заменить интенсивным выпасом в начале осеннего сезона для того, чтобы снизить количество сорняков.

Ниже описаны важные фитосанитарные меры борьбы с болезнями, вредителями и сорняками.

1. Первая стратегия основана на диверсификации севооборота или чередующихся культур в рамках севооборота:
  - чередуйте в севообороте злаковые травы, бобовые и широколиственные культуры;
  - чередуйте культуры, для которых типичны разные вредители и болезни;
  - после культур с мочковатой корневой системой, которая не проникает глубоко в почву, сейте культуры со стержневой корневой системой, которые глубоко укореняются (для того чтобы они усваивали остаточные питательные вещества).

Севообороты вызывают изменения в составе почвенной биоты (это касается не только болезней). Они благоприятствуют развитию самой разнообразной микрофлоры и микрофауны, противодействующей патогенам вследствие конкуренции и влияния анабиоза (биологический контроль), что в целом способствует поддержанию здоровья почвы (профилактика). Несколько видов грибов и бактерий выступают в роли средств биологической борьбы с корневыми патогенами и в конечном итоге обеспечивают здоровье почвы. Например, флуоресцирующие штам-





© ФАО/Х. Муинджанов

Рисунок 37. Посев ячменя, сильно заросший злостным сорняком – овсюгом в Кыргызстане

мы *Pseudomonas* способны подавлять возбудителей болезней растений, распространяющихся в почве (таких как патогенные бактерии и виды *Fusarium*).

Чем больше количество и шире разнообразие культур и видов растений, вовлеченных в севооборот, тем богаче биоразнообразие и выше возможность биологической борьбы против болезней, вредителей и сорняков путем противодействия развитию микроорганизмов или их популяций. В контексте этого следует пояснить, что чередование ячмень-люцерна служит примером общепринятого севооборота культур в отдельно взятом году, а если за чередованием ячмень-люцерна снова следует ячмень-люцерна, это не севооборот, а просто повторное чередование тех же культур.

Вопрос о возвращении одной и той же культуры на то же самое поле решается по мере того, как полностью разложатся ее остатки, то есть когда споры некротрофических паразитов погибнут

по причине исчезновения питательной среды.

Важно помнить, что определенные покровные культуры сами могут стать сорняками, если они постоянно образуют семена. Признавая целесообразность чередования пользующихся спросом сельскохозяйственных культур, рекомендуется не использовать каждый год один и тот же вид покровной культуры.

В **Таблице 4**, в качестве примера, представлен ряд сельскохозяйственных культур, которые не лучшим образом подходят для включения в севооборот по фитосанитарным причинам. Тем не менее, конкретный выбор культур для севооборота должен определяться серьезностью проблем, вызванных вредителями или болезнями на полях фермерских хозяйств. Обычно в крупных хозяйствах ведется журнал истории поля, где указывается выращивание культуры по годам. Такую же практику можно внедрить и в мелкие фермерские хозяйства.

Таблица 4. Примеры нежелательного чередования сельскохозяйственных культур

Культура	Нежелательные последующие культуры:
Пшеница +	пшеница, сорго, подсолнечник
Ячмень +	ячмень, подсолнечник
Сорго +	сорго, подсолнечник
Овес +	овес, ячмень
Зернобобовые +	зернобобовые, рапс, подсолнечник (риск поражения склеротинией)
Хлопчатник +	хлопчатник, подсолнечник, сорго (риск роста клопа-щитника рисового <i>Oebalus pugnax</i> )
Подсолнечник +	подсолнечник, ячмень, хлопчатник (риск фузариозного увядания)
Рапс +	рапс, подсолнечник, горох, конские бобы (риск поражения склеротинией), лен (восприимчив к аллелопатическим соединениям, риск вертициллезного увядания)

Чередование сельскохозяйственных культур для условий Восточной Европы и Центральной Азии рассматривается в **Приложении 3**.

- Еще одна настоятельно рекомендуемая мера по снижению засоренности сорняками - высевать последующую культуру сразу же или как можно скорее после уборки урожая предшествующей культуры, чтобы не оставлять поле неза занятым. При этом покровная культура используется в «коррекционных» целях, и ее урожай не требуется убирать.

Занятые пары – очень простые системы, одновременно способствующие предотвращению эрозии почвы, повышающие ее плодородие и сберегающие трудовые затраты на борьбу с сорняками, что делает их более предпочтительными по сравнению с чистыми парами (**Раздел 6.2**).

### Вредители

Что касается вредителей, то имеются некоторые различия между их видами

в системах ПРЗ и пахотного земледелия, но не в численности их популяций. Те виды, которые проводят хотя бы один из этапов своего жизненного цикла в почве, подвержены прямому воздействию пахоты и/или пожнивных остатков. Однако их естественные враги также находятся в благоприятных условиях, поэтому в почвозащитном и ресурсосберегающем земледелии вспышки эпифитотий, вызванных вредителями или болезнями, редки.

Вредители, никогда не представлявшие проблемы в системах, основанных на пахотной обработке земли, могут проявить себя в системе нулевой обработки. В целом системы ПРЗ больше рискуют подвергнуться поражению следующими насекомыми-вредителями:

- Растительные остатки, как правило, обеспечивают подходящую среду для выживания перезимовавших личинок совки. Гусеницы совки уничтожают проростки, подгрызая растение ниже узла кущения, что приводит к потере урожая на корню.

- Большинство видов кузнечиков перезимовывает в виде яиц, погруженных в почву необработанного поля. Поражаемость растений кузнечиком от года к году существенно различается и, видимо, регулируется в первую очередь погодными факторами и естественными врагами.
- Слизням (*Deroceras* spp.) благоприятствует практика сохранения на поле пожнивных остатков, обеспечивающих им источник пищи и местообитанием. Однако рост популяций слизней также связан с одновременным наступлением тепла и высокой влажностью, что нехарактерно для данного региона.
- Проволочники (*Agrypnus variabilis*) на посевах хлопчатником и ложные проволочники (*Isopteron punctatissimus*, *Adelium brevicorne*, *Gonocephalum* sp., *Pterohelaeus* sp., *Eleodes* spp.) на посевах рапса, пшеницы, сорго и подсолнечника сокращают урожай на корню, но вспашка наносит им ущерб. Поля с пожнивными остатками привлекают взрослых особей, которые откладывают там яйца. Однако то же самое местообитание благоприятно и для их естественных хищных врагов - жуужелиц.

Вредители, являющиеся проблемой для пахотной системы земледелия, могут исчезнуть при нулевой обработке. Например:

- Тля злаковая обыкновенная (*Schizaphis graminum*), вредитель пшеницы, не любит отражение света от соломы на поле с нулевой обработкой и предпочитает перебраться на пашню, где нет покрова из растительных остатков.
- Гусеницы совки (*Euxoa auxiliaris*), поражающие пшеницу, вредоносны на обработанных полях, так как предпочитают откладывать яйца в очищенную от растительности землю.

- Простое наличие накопленной биомассы (например, таких покровных культур, как вика или рожь) снижает поражаемость растений трипсами (*Thysanoptera*). Трипсы - как вредители больше угрожают посевам хлопчатника.
- Популяции гессенской мухи (*Mayetiola destructor*) хорошо себя чувствуют в стерне пшеницы, ячменя и ржи. Поэтому ожидается, что этот вредитель представляет более ощутимую угрозу там, где постоянно выращивают только пшеницу. В связи с этим, возрастает необходимость использования диверсифицированных и достаточно расширенных севооборотов.

В целом полезно по краям поля выращивать цветковые (нектароносные) растения, чтобы тем самым увеличивать популяции естественных врагов вредителей и сокращать популяции последних в сопредельных посевах полевых культур. Например, фацелия и гречиха привлекают журчалок, которые питаются тлей.

### Болезни

Имеются сведения, что пожнивные растительные остатки уменьшали поражение растений некоторыми патогенами, распространяемыми брызгами воды или каплями дождя. Среди них:

- Желтая пятнистость (*Pyrenophora tritici-repentis*) зерновых;
- Черная гниль корней сои (*Rosellina* sp.);
- Склеротина сои и рапса (*Sclerotinia sclerotiorum*);
- Фузариозное и гельминтоспоровое увядание кукуруза (*Fusarium* sp. и *Helminthosporium* sp.).

Однако если не убрать с поля зараженные остатки растений предыдущего

посева и если севооборот недостаточно продолжительный, болезни могут все же распространиться (с дождевыми каплями) с полуразложившихся пожнивных остатков на проростки новой культуры. Тем не менее, это не следует считать поводом для закапывания в землю пожнивных остатков при помощи плуга. Вспашка по растительным остаткам более равномерно разнесет заражение по полю и оголит больше корней последующей культуры, сделав их уязвимыми для патогена. Вместо этого следует удалить с поля зараженные пожнивные остатки (и только их), а в качестве предупредительной меры использовать севооборот.

## 5.6 Питательный режим

В системах почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия так же, как и в системах, основанных на пахоте потребности сельскохозяйственных культур в питательных веществах одинаковы. С целью получения высокого урожая, необходим сбалансированный питательный и рН режим. Если анализы почвы показывают низкое содержание ряда элементов, придется внести корректирующие и/или известковые удобрения (что и будет рассмотрено в данном разделе) с тем, чтобы содержание питательных веществ в почве достигло, по крайней мере, среднего, а со временем и высокого уровня.

Различие между этими двумя системами земледелия заключается в форме и сроках внесения питательных веществ. В этом разделе обсуждаются стратегии обеспечения питательными веществами в ПРЗ. В Разделе 6 рассматриваются стратегии правильного выбора покровных культур, что способствует поддержанию и улучшению питательных свойств почвы.

## Известкование

Критическая насыщенность почвы основаниями для ПРЗ в процентном отношении составляет 40. Если показатель ниже, то для его повышения необходимо применять известкование.

В ПРЗ потребность в извести снижается на 35-50% по сравнению с пахотной системой. Местные рекомендации, касающиеся известкования, часто имеют в виду исключительно пахотное земледелие и потому переоценивают потребности ПРЗ.

Перейдя к ПРЗ, уже невозможно вводить известь в почву, поэтому ее разбрасывают по поверхности. Известь проникает в глубокие слои почвы через проделанные старыми корнями отверстия и через вырытые животными ходы – медленнее при вымывании кальция и магния, быстрее – при перемещении веществ по корням сельскохозяйственных культур.

Разбрасывать известь лучше заранее, до посева, чтобы предоставить больше времени на реакцию.

Однократного известкования из расчета примерно 1 т/га каждые 2-3 года может быть достаточно для регулирования кислотности почвы. Необходимо внимательно следить за тем, чтобы не превышать норму в 0,5-1 т/га (в зависимости от текстуры почвы и емкости катионного обмена), иначе может произойти запретельная реакция на поверхности почвы, которая поднимет рН до уровня, превышающего 7 (когда питательные микроэлементы, особенно марганец, становятся менее доступными) или приведет к проблемам, связанным с цементированием наносного песчаного грунта.



## Гипсование

Гипс вносится путем разбрасывания малыми порциями, для того чтобы:

- пополнить запас растворимого кальция и скорректировать дефицит этого питательного вещества;
- снизить токсичность алюминия;
- скорректировать дефицит серы во всей зоне корневой системы.

Гипсование можно проводить одновременно с известкованием.

## Азотное питание

Растения усваивают азот в неорганической форме – в виде аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) и нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ) – и преобразуют его в аминокислоты.

Доступность азота для сельскохозяйственных культур определяется имеющимся в почве количеством неорганического азота при условии, что он не иммобилизован почвенными микроорганизмами. В первые несколько лет ведения ПРЗ азот часто присутствует в органической форме (иммобилизованное состояние) и поэтому не может быть легко усвоен растениями. В первые годы (пока процесс минерализации протекает медленно) рекомендуется вносить азот в виде минеральных удобрений.

В этой связи следует отметить, что мочевина быстро преобразуется в аммоний – особенно при наличии пожнивных растительных остатков, высвобождающих уреазу (фермент, катализирующий этот процесс). Аммоний удерживается в почве ее органической частью (отрицательно заряженной). Однако в аэробных условиях чувствительные к температурам почвенные бактерии преобразуют его в нитриты (нитрификация). За этим процессом следует дальнейшее окис-

ление нитритов до нитратов. Отрицательно заряженные нитраты имеют тенденцию утрачиваться во влажной среде путем выщелачивания, а в анаэробных и сухих условиях путем денитрификации в виде парниковых газов ( $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{NO}$ ). Именно поэтому рекомендуется всегда вносить мочевину в почву (сбоку от посевного рядка), а не разбрасывать по поверхности поля.

С годами возросшая биологическая активность обеспечит эффективную рециркуляцию усваиваемых растениями питательных веществ, и норма удобрений на единицу продукции снизится.

В целом, в системах ПРЗ на ранней стадии вегетационного периода доступ к азоту может быть затруднен. Одна из причин этого заключается в том, что растительные остатки, лежащие на поверхности, разлагаются медленнее, чем запаханные в почву при вспашке, по причине ограниченного контакта между почвенными микроорганизмами и пожнивными остатками. Это характерно для остатков, как с низкими, так и с высокими значениями углеродно-азотного баланса. Кроме того, когда крупные объемы растительных остатков с высоким показателем C/N остаются на поле, часть азота подвергается иммобилизации в процессе их разложения. Поэтому, чтобы на развитие растений не влиял дефицит азота в результате медленной минерализации или иммобилизации:

- при необходимости перед тем, как сеять, дайте органической массе какое-то время на разложение;
- вносите азотное удобрение одновременно при посеве. Всегда вносите азотное удобрение ленточным способом для обеспечения более высокой его эффективности. Если используется сельскохозяйственная техника, сеялки прямого сева вносят удобрение

ленточным методом под семена. Этот способ внесения также позволяет избежать порчи семян под действием токсичных компонентов удобрения.

Следует отметить, что культуры весеннего посева обычно более эффективно усваивают почвенный азот, чем озимые культуры. Их потребность в азоте совпадает по срокам с нормальным циклом освобождения почвенного азота, в то время как озимым культурам азот требуется ранней весной (при возобновлении вегетации), когда почва еще слишком холодная, чтобы можно было рассчитывать на микроорганизмы как на источник азота.

### Фосфорное питание

Фосфор обычно крайне неподвижен. Доля всего присутствующего в почве фосфора, фактически доступная для сельскохозяйственных культур, может колебаться в диапазоне примерно от 0,5% до 2,0%, причем во многом эти колебания зависят от фосфорфиксирующей способности почвы (за счет алюминия, железа или кальция) и уровня содержания органических веществ в почве. При высоком содержании глины требуется увеличить норму фосфорных удобрений.

Вносите фосфорное удобрение ленточным способом рядом с посевным рядком во время посева, чтобы преодолеть фиксирующую способность почвы и проблемы с иммобилизацией фосфора.

Фосфаты не следует разбрасывать одновременно с поверхностным известкованием, так как поверхностный показатель pH, близкий к 7, обуславливает снижение доступности фосфора. Почвы со значениями pH в диапазоне 6-7,5 идеальны для

доступности фосфора, в то время как при значениях  $pH < 5,5$  и в пределах 7,5-8,5 доступность фосфора для растений лимитируется из-за его фиксации.

Культуры с коротким жизненным циклом нуждаются в большем объеме фосфора, чем культуры с длительным циклом, так как у последних есть больше времени на его экстракцию.

### Калийное питание

Разложение растительных остатков на поверхности почвы способствует медленному освобождению калия, который проникает в поверхностный слой почвы. При этом у культур развиваются поверхностные корни, поглощающие питательные вещества и мобилизующие их в пределах профиля. Однако на такое поглощение могут повлиять погодные условия. Когда поверхностные слои почвы подсыхают, усиливается развитие корней в более глубокой части почвенного профиля. Когда это случается, тот участок корневой системы, который усваивает питательные вещества, может оказаться ниже зоны наибольшей концентрации этих веществ, что способно в начале вегетационного периода препятствовать развитию корней (и поглощению питательных веществ).

Почвы долинных районов стран Центральной Азии в целом содержат высокое количество калия. Однако для точного определения наличия калия в почве следует провести химический анализ ее состава. При недостатке калия в почве, вносите калийное удобрение ленточным способом во время посева под посевной рядок или сбоку от него, чтобы стимулировать раннее развитие проростков.



# 6

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ДЛЯ ОСОБЫХ ЦЕЛЕЙ

© ФАО/ Б. Хусенов, С. Корси

### ГЛАВА 6







## 6. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ДЛЯ ОСОБЫХ ЦЕЛЕЙ

**В** данном регионе агротехнические приемы должны быть направлены на поддержание и повышение плодородия почв. При этом необходимо максимально эффективно использовать почвенную влагу. Покровные культуры совместно с нулевой обработкой почвы открывают отличные перспективы для достижения этой цели.

Выбирая для себя наиболее подходящий комплекс агротехнических приемов, фермеры должны учитывать следующие соображения:

1. **Наметьте себе цели исходя из того, в чем нуждается ваша система земледелия.** В **Разделе 6.1** приводится описание потенциала покровных культур. Помимо улучшения почвы и противодействия сорнякам, покровные культуры способны решать множество других полезных задач. И все же покровные культуры – не панацея от всех бед. Фермерам следует расставить приоритеты в списке ожидаемых от таких культур результатов. Например, обеспечение азотом, пополнение органической массы и улучшение структуры почвы, уменьшение почвенной эрозии, обеспечение борьбы с сорняками, повышение влагоемкости почвы и др.
2. **Определитесь, когда можно вырастить покровную культуру в рамках севооборота.** В **Приложениях 1 и 2** приведена полезная информация по данному вопросу. Полевые работы и затраты труда на возделывание основной культуры – более насущные вопросы, чем покровная культура, поэтому важно свести к минимуму потенциальные противоречия между

ними. Как только решится вопрос о возможности выращивания и уборки покровной культуры, выбор вида будет зависеть от почвенно-климатических условий и вегетационного периода.

3. **Выбирайте вид покровной культуры (или сочетание видов)** так, чтобы решить задачи и обеспечить потребности 1-го (цели использования) и 2-го (сроки посева) этапов.
4. **Когда фасилитаторы ПШФ вплотную приближаются к выбору конкретной схемы использования покровных культур, они должны проконсультироваться с фермерами на предмет их отношения к выбранному варианту.** В **Разделе 2** представлен механизм принятия решений, адресованный фермерам и фасилитаторам/сельскохозяйственным консультантам. Если в пределах страны невозможно найти семена определенной культуры или сорта покровной культуры, их можно заказать из других стран (**Вставка 10**).

### 6.1 Характеристика покровных культур

В этом разделе дано определение покровной культуры (**Вставка 11**) и рассматривается вопрос о том, как выбирать и возделывать покровные культуры, чтобы добиться тех преимуществ, которые, по мнению фермеров региона, столь им необходимы для:

- обеспечения плодородия почвы;
- улучшения структуры почвы;
- борьбы с сорняками;
- обеспечения фитосанитарной безопасности.

**Вставка 10. Покупка семенного материала за границей**

Документы, необходимые для переправки семян через границу, включают:

- Импортное карантинное разрешение на завоз семян, выданное органом фитосанитарного контроля страны, куда эти семена направляются.
- Фитосанитарный сертификат, оформленный в стране происхождения семян/страны откуда семена импортируются (часто его может предоставить перевозчик/поставщик семян), в котором указано, что в семенах не обнаружено ни вредителей, ни болезней.

Стандартные действия для получения необходимых документов (наведите справки в Министерстве сельского хозяйства страны ввоза):

- Оформите импортное карантинное разрешение, в котором могут быть указаны особые требования к обработке семян, которые предполагается ввезти.
- Вышлите импортное карантинное разрешение поставщику семян в стране их происхождения/откуда семена импортируются, чтобы поставщик смог выполнить особые требования по обработке семенного материала, прописанные в импортном карантинном разрешении, перечислите эти методы обработки в фитосанитарном сертификате. Необходимо вложить оба документа (могут потребоваться их оригиналы) в коробку с семенами, которые предполагается ввезти.
- Требуйте, чтобы пересылку осуществлял надежный перевозчик. Могут понадобиться дополнительные расходы, если возникнет необходимость прибегнуть к услугам отдельного транспортного агента, чтобы провести таможенное оформление семян при пересечении границы страны, куда они направляются.

Краткий оперативный обзор чередования культур для различных целей приведен во **Вставке 17**.

### **Обеспечение плодородия почвы и питания растений с помощью покровных культур**

Потери питательных веществ происходят главным образом на не защищенном растительным покровом поле. Почва наиболее уязвима в течение двух периодов: от посева до того момента, когда культура достаточно вырастет, чтобы образовать плотный полог, а также в послеуборочный период.

Продуманный выбор покровных культур способен помочь обогащению почвы питательными веществами двумя разными путями.

Сапрофитные свойства покровных культур можно использовать для восстановления запаса питательных веществ, вымывающихся в более глубокие слои

почвы и ставших недоступными для сельскохозяйственных культур. Выбранные покровные культуры должны иметь разветвленную корневую систему, быстро развивающуюся после посева, которая за счет этого поглощала бы питательные вещества, оставшиеся после уборки предыдущей культуры. Далее следуют общие соображения по поводу покровных культур, пригодных для обеспечения конкретных потребностей в питании, а в таблице 6 приведен ряд конкретных примеров.

- **Азотное питание.** Покровные культуры, лучше всего сберегающие азот (нитраты) – это растения, не относящиеся к бобовым. Сеять их нужно как можно раньше, чтобы максимально расширить их возможности в плане поглощения азота/предотвращения вымывания.
- **Фосфорное питание.** Вообще, бобовые растения со стержневой корневой системой нуждаются в фосфоре,

**Вставка 11. Покровные культуры**

Покровные культуры – это растения, которые выращивают с целью улучшения плодородия почвы и/или борьбы с сорняками. В общих чертах покровные культуры должны:

- Не конкурировать (в плане питательных веществ, пространства и времени) с основными/коммерческими культурами.
- Требовать минимальных или вообще никаких денежных затрат (семенной материал). Фермеры не несут никаких расходов на покровные культуры, после того как первый раз закупают их семена. Это означает, что из года в год фермеры способны сами производить семена покровных культур для будущих посевов. Желательно, чтобы покровные культуры также помогали экономить средства фермеров за счет снижения затрат на химические удобрения и гербициды.
- Не представлять сложности при посеве, формировании стеблестоя и возделывании. Использование фермерами покровных культур не должно привлечь за собой увеличение объема работ. При выращивании покровных культур в междурядьях нужно, чтобы они затеняли сорняки и снижали затраты труда на борьбу с ними. Во многих случаях такое снижение трудовых затрат способно компенсировать тот труд, который требуется для посева и скашивания покровной культуры.
- Обеспечивать физическую защиту почвы (предотвращать/минимизировать почвенную эрозию, испарение влаги и высокую температуру почвы) и борьбу с сорняками. Нужно, чтобы в местных условиях покровные культуры быстро росли и быстро закрывали сорняки. Это означает, что у покровных культур не должно быть проблем с болезнями или вредителями, способными стать достаточно серьезным препятствием для их развития и привести к существенным потерям.
- Своими пожнивными остатками оказывать положительное удобряющее воздействие на следующие за ними посевы товарных культур.
- Формирование надпочвенной и подпочвенной биомассы способствует рециркуляции питательных веществ, питает почвенные организмы и поддерживает их жизнедеятельность, улучшает структуру почвы и со временем также обогащает ее органический состав.
- Снижать степень заражения паразитами и болезнями. Некоторые покровные культуры могут успешно замещать те или иные химические средства защиты растений.

Важно уделять покровным культурам не меньше внимания, чем любой другой включенной в севооборот культуре, и своевременно их высевать. Покровные культуры можно сеять:

- отдельно, в порядке чередования культур;
- вместе с основными культурами фермерских хозяйств (теневыносливые покровные культуры):
- примерно в те же самые сроки (в междурядьях);
- до уборки основной культуры (подсевной метод).

Чтобы в достаточной мере обеспечить покровную культуру солнечным светом, производите ее посев до образования сомкнутого листового полога основной культуры или непосредственно перед тем, как такой полог начнет снова размыкаться по мере того, как основная культура заканчивает свой жизненный цикл. Сейте непосредственно перед обещанным в прогнозах проливным дождем или же впоследствии, если это возможно, осуществите полив. Мелкосемянные виды, такие как клевер, не требуют большого количества влаги для прорастания, но видам с более крупными семенами для того, чтобы прорасти, нужны условия повышенной влажности в течение нескольких дней;

- В качестве живой мульчи формируют покровные культуры, которые в течение вегетационного периода сосуществуют с товарной культурой в междурядьях и продолжают развиваться после уборки основной культуры. Живой мульчей могут служить как однолетники, так и многолетники, укореняющиеся каждый год, или же в этой роли может выступать уже имеющийся на поле травостой многолетнего злакового или бобового растения, в который сеют сельскохозяйственную культуру.

В зависимости от того, с какой целью используется покровная культура, ее можно скосить после того, как она образует семена (в пищу, на корм и/или на продажу и для будущих посевов), и оставить лежать на поверхности почвы, либо прекратить ее жизненный цикл раньше, до завязывания семян. Специфика обслуживания (включая обеспечение питательными веществами) разных систем рассмотрена в **Разделе 6.1.**

чтобы фиксировать азот, однако они плохо утилизируют фосфор, содержащийся в почве. Тем не менее, бобовые повышают кислотность почвы, за счет чего фосфор становится более доступным растениям. Злаковые культуры накапливают и поставляют больше фосфора, чем бобовые, так как имеют более поверхностную мочковатую корневую систему. В бобово-злаковых травосмесях бобовые растения способствуют улучшению азотного питания злаков, а злаковые травы – фосфорное питание бобовых.

- **Кальциевое и калийное питание.** Кальций и калий имеют тенденцию перемещаться вместе с почвенным раствором и могут быть возвращены из глубоких слоев почвы к поверхности посредством глубоко укореняющейся покровной культуры.

Корневые системы не только стабилизируют почву и снижают потерю питательных веществ. Корни некоторых покровных культур повышают содержание доступных растениям питательных макроэлементов, как в случае с фосфором. Фосфор плохо растворяется (т.е. не обретает пригодную для использования растениями форму), поэтому он, как правило, не выщелачивается, хоть и малодоступен для поглощения растениями. Такие покровные культуры, как гречиха и люпин, выделяют кислоты, трансформирующие фосфор в более легкорастворимую форму. Помимо всего прочего, в конце жизненного цикла культуры, гниющие корни приносят примерно на 30% больше дополнительной биомассы по сравнению с надземными частями растений и медленно выделяют примерно на 40% больше азота, чем их надземные части.

5. Многие из освоенных корнями питательных веществ удерживаются внутри растений и высвобождаются обратно в активную органическую массу только после того, как покровная культура засохнет и разложится. Чтобы сделать возвращенные в круговорот питательные вещества доступными для последующей культуры, на исходе жизненного цикла покровной культуры или после его прерывания остатки нужно оставить лежать на земле, а не убирать с поля. По мере того как идет разложение мертвых остатков покровной культуры, из них в почву медленно поступают питательные вещества, предоставляя растениям следующего посева возможность постепенно их использовать. Объем питательных веществ, фактически доступных для следующей по порядку сельскохозяйственной культуры, преимущественно обусловлен:

- количеством усвоенных питательных веществ, которое в свою очередь зависит от содержания питательных веществ в почвенном профиле, а также от формирования и состава биомассы. В **Таблице 6** представлены результаты количественной оценки содержания азота в биомассе ряда покровных культур;
- количеством высвобожденных питательных веществ (**Вставка 13**), которое в свою очередь зависит от углеродно-азотного баланса, а следовательно, от времени прекращения жизненного цикла покровных культур - сапрофитов или их смеси (**Вставка 8**). Время прекращения жизненного цикла культуры считается оптимальным, если при этом потребность в производстве



достаточного количества биомассы будет сбалансирована с потребностью в сохранении соотношения C/N в пределах 20-30. Своевременное прекращение жизненного цикла особенно важно при использовании в качестве покровной культуры злаковых трав.

Важно отметить, что при такой схеме получение урожая семян не является основным приоритетом в использовании покровных культур. Фактически покровные культуры служат здесь заменителем (частично или полностью) минеральных удобрений, и зачастую необходимо прервать их жизненный цикл до появления семян.



© ФАО/ Б. Хусенов



© ФАО/ Б. Хусенов

Рисунок 38. Испытание сортов пшеницы (А) и покровных культур (Б) в Таджикистане

Выбирая вид покровной культуры и планируя ее высев, следует учитывать как краткосрочные, так и долгосрочные последствия для почвы и питания растений. В случае с пожнивными остатками, имеющими высокий показатель баланса C/N, азотное удобрение нужно вносить при посеве, чтобы на первом же этапе избежать задержки с обеспечением основной культуры азотом.

При такой схеме покровные культуры позволяют почве формироваться в двух направлениях:

- на поверхности, за счет отложения и медленного разложения органической массы. Сохранение питательных веществ в органической форме – самый эффективный способ обеспечения их рециркуляции в почве (особенно важно для фосфора);
- на глубине, за счет способности растущих корней и почвенных макроорганизмов разрушать уплотненные слои почвы.

Мелиорация почвы – комплекс улучшающих мероприятий, протекающий поначалу незаметно для фермеров. **Вставка 12** содержит ряд рекомендаций, как двигаться в этом направлении, убеждая фермеров в рентабельности почвоулучшающих мер, которые следует принимать уже сейчас, чтобы на будущее обеспечить урожайность, а также снизить риски и затраты, даже несмотря

на то, что потребуются десятилетия для того, чтобы преимущества мелиорации почвы стали очевидными.

### Обеспечение азотного питания с помощью покровных культур

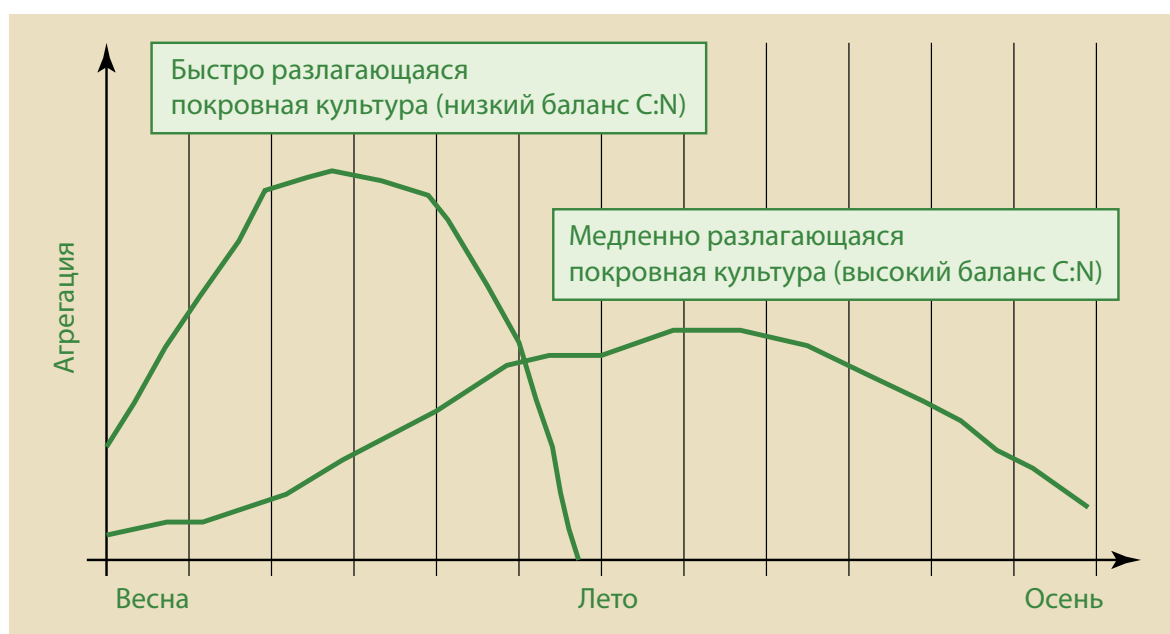
Там, где затруднен доступ к минеральным удобрениям, можно восполнять дефицит необходимого азота путем использования покровных культур – представителей семейства бобовых. Бобовые растения способны выделять в почву азот путем симбиотической фиксации азота ( $N_2$ ) в клубеньках, которые формируют на их корнях бактерии *Rhizobium*. Фиксированный азот почти сразу же перемещается в стебли и листья развивающегося бобового растения (чтобы участвовать в формировании, например, белков, хлорофилла) и станет доступным для следующей в порядке чередования культуры только после разложения бобового растения.

Важно отметить, что в такой схеме, ориентированной на азотное питание, урожай семян и уборка покровных культур не являются приоритетными целями и не всегда возможны. Фактически, чтобы получить от бобовых максимальное количество азота, жизненный цикл покровной бобовой культуры следует прервать на раннем или среднем этапе фазы цветения, а растительные остатки вернуть в почву. Таким образом, по-

#### Вставка 12. Органическая масса . Фермеры «слушают» глазами!

Как правило, существенное повышение урожайности в результате использования покровных культур не проявляется до второго цикла посевных работ. Поэтому фермеры, которые еще этого не знают, вряд ли смогут в полной мере осознать значение органической массы.

Простые демонстрационные мероприятия (такие как обильное удобрение небольшого земельного участка навозом или показ того, как органическая масса повышает водоудерживающую способность почвы) помогут фермерам убедиться в ценности органической массы для их полей и в необходимости использования покровных культур.



**Рисунок 39.** Влияние быстроты разложения поживных остатков на структуру почвы (Сельскохозяйственный колледж Университета штата Пенсильвания, 2011)

**Таблица 5.** Примеры многофункциональных смесей покровных культур

Смесь покровных культур	Цель	Методика выращивания	
Любая из перечисленных ниже бобовых культур: <ul style="list-style-type: none"><li>• люцерна</li><li>• эспарцет</li><li>• лядвенец рогатый (<i>Lotus corniculatus</i>)</li></ul>	Питание растений: азотное удобрение	Такая схема требует, чтобы многолетняя бобовая культура контролировалась (не прерывая ее жизненный цикл) во избежание конкуренции за воду и пространство с основной зерновой культурой.	Выращивайте озимую зерновую культуру непосредственно под живой бобовой культурой. После уборки зерновой культуры бобовая будет беспрепятственно расти, а затем ее нужно скосить. После первого укоса, если бобовая культура продолжит свой рост, скосите ее еще раз и оставьте ее остатки лежать на земле ради обогащения почвы. Никогда не забывайте, что почву нужно обогащать!
+ ОДНА озимая культура по выбору:	Доход		
• пшеница			
• овес			
• ячмень			

следующие культуры смогут воспользоваться этим азотом.

Следует также отметить, что не все бобовые культуры выделяют в почву одинаковое в процентном отношении количество азота в тот отрезок времени, когда основная культура в нем нуждается (**Вставка 13**). Поэтому в некоторых

случаях все-таки представляется целесообразным для пополнения запаса питательных веществ в почве дополнительно использовать удобрение в надлежащее время года (именно тогда, когда основные культуры по всем расчетам начнут испытывать дефицит питательных веществ, обеспечиваемых покровными культурами).

**Вставка 13. Сколько азота обеспечивает покровная культура?**

Чтобы определить, потребуется ли фермерам больше азота, чем способна обеспечить покровная культура:

1. Вычислите объем азота, содержащегося в покровной культуре.

Лабораторные анализы определяют точное содержание азота в тканях растений. Тем не менее, чтобы быстро получить приблизительное представление о фактическом содержании азота в стеблестое покровной культуры, можно воспользоваться такими показателями, как высота покровных растений, процентная доля их надпочвенного покрова и среднее значение процентного содержания азота для разных видов покровных культур:

- при 100% надпочвенном покрове и высоте растений 15 см бобовые культуры будут содержать приблизительно 1500-2000 кг/га сухого вещества (традиционно считается, что каждый сантиметр дает 100 кг сухого вещества). Для каждого дополнительного сантиметра добавляйте 170 кг;
- если стеблестой покровной культуры занимает меньше 100% площади, умножьте значение содержания сухого вещества на процент покрытия площади;
- умножьте выход биомассы на среднее процентное содержание азота, представленное в **Таблице 6**.

**Таблица 6. Оценка количества азота, накапливаемого надземными частями различных покровных культур**

Покровная культура	Содержания N в надземных частях, %		Примечание
	До цветения	Во время цветения	
Однолетние бобовые	3,5 – 4	3 – 3,5	После цветения содержание азота в листьях быстро снижается по мере того, как он накапливается развивающимися семенами
Многолетние бобовые	2,5 – 3	2 – 2,5	Необходимо значительное количество толстых, волокнистых или древесных стеблей
Злаковые травы и крестоцветные	1,5 – 2,5	1 – 2	Другие покровные культуры, такие как крестоцветные и гречиха, по содержанию азота не будут уступать или уступят лишь немного злаковым травам

2. Чтобы определить, сколько азота будет доступно для основной культуры в течение данного вегетационного периода, разделите значение содержания азота в покровной культуре (шаг 1) на 3.

Далее следуют важные примечания, касающиеся выращивания бобовых растений:

- Обеспечьте достаточное присутствие бактерий *Rhizobium* в почве, чтобы гарантировать успешное формирование клубеньков на корнях, а следовательно и фиксацию азота. Если бобовая культура раньше не выращи-

валась, при посеве следует добавить нужный инокулят (**Вставка 14**).

- При выращивании вьющихся бобовых оставшаяся стерня предыдущей культуры обеспечивает укрытие (в том числе от ветра) для молодых проростков и физически их поддерживает, что помогает увеличить высоту растений при уборке и таким образом снизить потери при уборке.



Вставка 14. Типы инокулятов *Rhizobium* для видов бобовых растений

Бобовые растения	Группа и вид <i>Rhizobium</i>
Люцерна, донник желтый и белый	Группа люцерны ( <i>Sinorhizobium meliloti</i> )
Вигна, кроталария	Группа вигны, арахиса и леспедецы ( <i>Bradyrhizobium sp. (Vigna)</i> )
Фасоль обыкновенная ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	Группа сухих и зеленостручковых бобовых ( <i>Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli</i> )
Люпин	Группа люпина ( <i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> )
Соя	Группа сои ( <i>Bradyrhizobium japonicum</i> )
Клевер пунцовый (инкартный, малиновый) луговой и ползучий	Группа клевера настоящего ( <i>Rhizobium leguminosarum biovar trifoli</i> )
Горох посевной, чина шершавая, чечевица, конские бобы, вика посевная, вика мохнатая	Группа вики/гороха ( <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> )

- Производство сена (в случае полной уборки поверхностных частей растений) и бобов несовместимо с использованием бобовых для удобрения. Как только жизненный цикл бобовой культуры прерван, азотфиксирующий симбиоз прекращается. Для однолетних бобовых это происходит на стадии цветения. После этого никакого дополнительного накопления азота не произойдет, и большая часть азота из биомассы бобовых перейдет в семена.
- Выращивание покровной смеси бобовых и злаковых трав (широколистных) имеет следующие преимущества:
  - сорняки подавляются эффективнее, чем в случае с беспримесными посевами.
  - в севообороте соблюдается углеродно-азотный баланс. Смеси

могут выступать в качестве эффективного средства снижения вымывания питательных веществ, одновременно повышая доступность азота для следующей в чередовании культуры. Азот минерализуется быстрее, если использовать травосмеси, а не беспримесные травы. Например, высеянную по осени травосмесь можно приспособить под уровни остаточного азота в почве. Если уровень содержания азота высок, надо выбрать смесь с доминирующими злаковыми травами, а если уровень азота понижен, выбирают смесь с доминирующими бобовыми. В **таблице 6** приведена информация о «многофункциональных» травосмесях и о технологии их выращивания.

### Использование покровных культур с целью разрыхления почвы и улучшения дренажа

Покровные культуры способны содействовать разрыхлению почвы и решать проблемы с плохим дренажом благодаря своим корневым системам. Жизнеспособные корни удерживают вместе частицы почв, создают туннели и производят выделения, которые облегчают связывание агрегатов. Разложение корней стимулирует биологическую активность и формирование минеральных агрегатов в почве. Более подробно роль корневых систем рассматривается ниже.

Покровные культуры, образующие мочковатые и стержневые корневые системы, которые способствуют агрегированию почвы и находят пути проникновения сквозь плотный грунт, играют важную роль в деле улучшения почвенной структуры. В числе примеров можно назвать многие злаки с разветвленными мочковатыми корневыми системами, такие как овес, рожь посевная, райграс.

- Виды растений, формирующие большие объемы корневой биомассы, могут помочь уменьшить последствия уплотнения почвы.
- Примеры включают некоторые виды злаков, такие как, например, кукуруза, сорго, жемчужное просо.
- Глубоко укореняющиеся виды растений могут помочь разрушить плотные слои почвы и улучшить дренаж двумя путями:
  1. Корни создают туннели, по которым может протекать вода, когда корни после высыхания растений разложатся.
  2. Разлагающиеся корни приносят органическую массу в глубокие слои почвы, улучшая ее структуру и водоудерживающую способность.

- Также имеются данные о том, что виды растений, у которых формируется стержневой корень, проникающий сквозь подпочвенные слои, освобождают пути для корней следующей в порядке чередования культуры, которая сможет всасывать влагу из более нижних горизонтов почвы, чем та же культура, если ее не посеяли после глубоко укореняющейся покровной культуры со стержневым корнем. В качестве примера можно привести виды семейства крестоцветных с их типично длинной и мощной стержневой корневой системой, способной проникнуть сквозь уплотненные слои почвы.
- Покровные культуры, которые растут в течение холодного сезона, лучше подходят для того, чтобы разрыхлять слежавшиеся и твердые слои почвы, так как их корни способны прорасти сквозь эти слои, если их размягчить обильным поступлением воды (летом это более проблематично).

В **таблице 7** приведен ряд примеров смесей покровных культур, которые обеспечивают биологическую обработку почвы и дают еще множество других преимуществ, таких как защита почвы, дополнительный корм для скота (используются на сено или для выпаса перед посевом следующей культуры), либо осуществляют обе цели вместе.

Более того, покровные культуры (как завершившие, так и не завершившие свой жизненный цикл) могут способствовать сохранению или улучшению структуры почвы благодаря своему буферному воздействию, обусловленному осадками или прямым воздействием высокой температуры (эрозия, уплотнение, образование корки). В общем, почва, защищенная поверхностным слоем органической массы, улучшает процессы удерживания

**Таблица 7.** Примеры улучшения структуры и разрыхления почвы с помощью травосмесей разных культур и технологии их возделывания

Смесь покровных культур	Цель		Методика выращивания	
Дайкон ( <i>Raphanus sativus</i> var. <i>longipinnatus</i> )	Биологическая обработка почвы	Почвоуглубитель (проникновение в глубинные слои почвы)	Только один проход и требуется мало мощности	Жизненный цикл такой смеси покровных культур должен быть прерван до посева основной культуры
+ одна или более из нижеследующих функциональных культур: • фацелия; • однолетний райграс; • гвизотия ( <i>Guizotia abyssinica</i> )		Ротационное боронование (подготовки почвы для посева)		
+ одна или более из нижеследующих однолетних бобовых культур:	Питание растений	Азотное удобрение		
• вика посевная; • клевер ( <i>Trifolium spp.</i> ); • горох ( <i>Pisum spp.</i> ); • конские бобы; • чина				

и использования осадков путем повышения водопоглощения и уменьшения испарения влаги с поверхности почвы. На почвах с плохим дренажом растущие покровные культуры способны помочь в удалении избыточной весенней влаги. Если после выращивания покровной культуры остается слишком много растительных остатков, их нужно удалить из зоны посева, чтобы подсушить почву и одновременно сохранить преимущества мульчи в междурядьях.

И наконец, когда прерывается жизненный цикл покровных культур, их разложение оказывает воздействие на связывание частиц почвы следующими путями:

- Культуры с низким соотношением C/N в процессе разложения улучшают стабильность связывания частиц

почвы в краткосрочной перспективе, так как бактерии, бурно развивающиеся в растительных остатках, высвобождают большие количества органических молекул, таких как полисахариды и другие легкоразлагаемые органические вещества, играющие роль клея, связывающие минеральные агрегаты. Такое воздействие по расчетам будет продолжаться, пока еще имеются растительные остатки, способные разложиться.

- Покровные культуры с высоким соотношением C/N в процессе разложения будут медленно высвобождать полисахариды, тем самым улучшая структуру почвы, хоть и медленнее, но в течение более длительного периода, чем покровные культуры с низким балансом C/N.

Важно иметь в виду, что в данной схеме основное предназначение покровных культур не связано с получением урожая семян. Покровные культуры используются в качестве заменителей механизированной обработки почвы. Тем не менее, улучшение структуры почвы и получение семян могут и сочетаться.

## Создание надпочвенного покрова для борьбы с сорняками и эрозией почвы с помощью покровных культур

Раннее укоренение культуры, качественный и густой ее покров помогают подавить прорастание сорняков, а также ослабить эрозионное действие воды и ветра за счет образуемого ею полога, который служит препятствием для дождя и защищает почву от ветра. Чтобы дополнить ценный вклад пожнивных остатков основной культуры, выбранные покровные культуры должны обладать высоким потенциалом в плане производства биомассы. Возможные варианты включают:

- культуры, не являющиеся бобовыми, такие как, тритикале, гречиха, если для них определена ниша в теплое время года;

- бобовые с высоким выходом биомассы, такие как чина шершавая или вика мохнатая, которые одновременно обеспечат поступление азота;
- а также вообще многие виды растений-сапрофитов, активно утилизирующих питательные вещества и обеспечивающих прекрасный покров для почвы.

Кроме того, очень важно выбирать такие виды, которые быстро закрывают растительным покровом поверхность почвы. В **таблицах 8 и 9** представлен расчет скорости формирования почво-защитного покрова в течение вегетационного периода разными видами покровных культур теплого и холодного сезонов, соответственно.

После прикатывания или после прерывания жизненного цикла покровной культуры долговечность мертвого покрова на поверхности почвы зависит от следующих факторов:

- Количество производимой биомассы. Разные виды покровных культур производят разные объемы органической массы (табл. 10).

**Таблица 8. Почвозащитный покров в течение вегетационного периода покровных культур теплого сезона (по материалам Florentín, 1999)**

		Интенсивность формирования почвозащитного покрова													
Дни после прорастания		45	60	75	90	105	120	135	160	180	195	225	255	270	290
Виды покровных культур	Канавалия – (бобовая культура, происходящая из Центральной Америки)	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
	Кроталария – (бобовое растение, распространенное в тропиках и субтропиках)	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
	Голубиный горох	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
	Вигна	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>



**Таблица 9.** Почвозащитный покров в течение вегетационного периода покровных культур холодного сезона (по материалам Florentín, 1999)

		Интенсивность формирования почвозащитного покрова						
Дни после прорастания		15	30	45	60	75	90	105
Виды покровных культур	Подсолнечник							
	Тритикале							
	Редька масличная							
	Вика мохнатая							
	Люпин белый горький							
	Люпин белый сладкий							
	Горох							

- Скорость разложения остатков, которая в свою очередь зависит от их углеродно-азотного состава (**Вставка 8**) и активности микроорганизмов (**Вставка 3**).
- Чтобы почва оставалась защищенной как можно дольше без ущерба для питания следующей культуры, желательно сочетать значительный поверхностный слой биомассы с высокими или умеренно высокими значениями баланса C/N в растительных остатках. Нужно разработать такую схему севооборота, где растительные остатки имели бы соотношение C/N в диапазоне 25-30. Одно только повышение концентрации медленно разлагающихся пожнивных остатков вызовет временную иммобилизацию почвенного азота на ранних стадиях процесса разложения. А остатки с более низким балансом C/N повысят доступность азота, но будут разлагаться слишком быстро, чтобы обеспечить необходимую защиту почвы. Это означает, что может принести пользу включение в посев культуры не из семейства бобовых для обеспечения структурными углеводами, распад которых протекает медленнее, чем в случае с чисто бобовыми

остатками. Если в смеси доминирует злаковая трава, а ее жизненный цикл прерывается поздно, соотношение C/N может быть высоким, но азот может оказаться связанным и недоступным для последующей культуры. Чтобы избежать такой ситуации, при посеве следующей культуры нужно вносить азотное удобрение.

- Примеры смеси покровных культур на основе бобовых с высоким выходом биомассы (до 5 000-7 000 кг/га сухих веществ): вика + ячмень, вика + титикале, вика мохнатая + тритикале.
- Условия окружающей среды (температура, влажность, насыщение почвы кислородом, pH), влияющие на активность микроорганизмов.

Везде, где это возможно, посев следующей культуры следует производить вскоре после прерывания жизненного цикла покровной культуры.

### **Борьба с вредителями и болезнями с помощью покровных культур**

В борьбе с болезнями, вредителями и сорными растениями, ключевым фактором является профилактика. Фермерам следует рекомендовать диверсификацию севооборота и выбор схем севооборота

**Таблица 10.** Оценка количества сухой массы, образуемой надземными частями некоторых покровных культур (по материалам Derpsch and Florentín, 1992; Florentín, 2000)

Тип покровной культуры	Вид покровной культуры	Сухая масса, кг/га
Теплого сезона	Голубиный горох	9 200
	Канавалия	7 700
Холодного сезона	Редька масличная	4 800
	Люпин белый	4 010
	Вика мохнатая	2 900

с большей ротацией, нежели с короткой, причем они должны принять меры к тому, чтобы в севооборот были включены культуры, благоприятствующие естественным врагам того вредителя, который наносит больше вреда выращиваемым в течение сезона культурам.

Определенные покровные культуры успешно выступают в качестве растений-хозяев для популяций полезных насекомых. Универсальные хищники используют в пищу множество видов растений и являются важными средствами биологической защиты. Когда вредителей мало или они вообще отсутствуют, эти хищные виды выживают благодаря нектару, пыльце и альтернативным жертвам, которые паразитируют на покровных культурах. Например:

- Различные разновидности вики, клевера и определенные крестоцветные культуры способны поддерживать высокую плотность хищников - энтомофагов, питающихся трипсами и тлями. Среди них – цветочный клоп (*Orius insidiosus*), большеглазый клоп (*Geocoris* spp.) и разновидности божьих коровок (*Coleoptera coccinellidae*).
- Некоторые покровные культуры могут увеличить популяцию паразитических нематод, если их выращивают в чередовании (до или после) с другой культурой, которая служит

хозяином по отношению к вредоносному для растений виду нематод. Качественное чередование культур не должно создавать благоприятные условия для паразитических нематод. Если в сообществе нематод присутствуют разные виды, ни один из них доминировать не будет. Как только какой-то вид нематод обоснуется на поле, уничтожить его обычно невозможно, если вредоносный вид нематоды отсутствует в почве, то посев восприимчивой к нему покровной культуры проблем не создаст.

- При разумном чередовании культур конкретный вид покровной культуры нужно подбирать так, чтобы он противостоял определенному вредоносному виду нематод. В **таблице 16** приведен перечень покровных культур, обладающих документально подтвержденной способностью противостоять, по крайней мере, одному виду нематод. Известно, например, что рожь посевная и сорго подавляют яванскую галловую нематоду и болезни, передаваемые через почву.

Известно, что другие виды растений восприимчивы к определенным паразитам. Например, это относится к следующим видам:

- Подсолнечник и рапс привлекают слизней. В первые годы после пере-

хода к системе ПРЗ, пока на полях не появились уничтожающие слизней хищники, следует избегать выращивания восприимчивых к ним культур. Для привлечения жужелиц, которые питаются слизнями, выращивайте фацелию в качестве покровной культуры и/или полезащитных полос.

- Многие бобовые растения служат превосходными хозяевами для нематод, так что слишком короткородационные севообороты приведут к быстрому увеличению популяций нематод в почве. Хорошо известно, что определенные культуры подавляют конкретную болезнь или вредоносные организмы.
- В севооборотах на основе картофеля такие культуры, как овес, люпин белый и горох полевой помогают снизить поражаемость стеблей ризоктониозом (*Rhizoctonia solani*), а сорго помогает бороться с вертициллезным увяданием.
- В целом, все виды крестоцветных выделяют биотоксичные побочные продукты метаболизма, активно действующие против бактерий, грибов, насекомых, нематод и сорняков. Химические средства защиты растений применяются только тогда, когда разрушены клетки и растения высохли.

## 6.2 Внедрение покровных культур в систему севооборотов

Фермеры и сельскохозяйственные консультанты должны «приспособить» покровную культуру к внедрению в уже существующую систему севооборотов, а не менять схему выращивания основной культур в угоду той или иной покровной культуре. Легче добиться принятия/внедрения инновационных элементов в тех случаях, когда ферме-

рам не нужно прилагать больших усилий на адаптацию к ним.

При разработке агротехнических решений для фермеров самыми главными факторами, которые следует учитывать, являются их культура, традиции и нежелание что-либо менять. Часто фермеры отказываются выращивать покровные культуры только для решения агротехнических задач, если вместо этого землю можно засеять продовольственными/товарными культурами. Схемы севооборотов должны обеспечивать надлежащий баланс между товарными культурами и почвообразующими покровными культурами.

Когда вводится новая покровная культура, выбор основной культуры должен отвечать одному или нескольким нижеуказанным критериям:

- фермеры знают, как выращивать данную культуру;
- культура является товарной;
- культура способна повысить самоокупаемость процесса производства продовольствия.

Выбор покровной культуры определяется хотя бы одним из перечисленных ниже критериев:

- Она играет важнейшую агротехническую роль (например, обеспечивает питание почвы/посевов, разрыхляет и защищает почву, подавляет сорняков/вредителей).
- Она выгодна для фермеров в плане малых затрат на ее выращивание, и/или ее пищевого/кормового значения (диверсификации рациона), и/или ценности ее урожая.
- Если урожай покровной культуры идет на производство продовольствия, ее можно выращивать так же, как и любую столь же ценную продовольственную культуру.

Если покровная культура не является продовольственной, необходимо рассмотреть следующие исходные условия, обосновывающие ее выращивание:

- Покровная культура выращивается на земле, не имеющей альтернативной ценности в плане ее восстановления или производства дополнительной биомассы. Например, канавалия мечевидная выживает на особо бедных почвах и может быть использована для восстановления деградировавших земель;
- Покровную культуру можно использовать в качестве парозанимающей. Если в начале парования почва слишком обеднена, фермеры должны использовать стрессоустойчивые виды.
- В число таких входят канавалия мечевидная и кроталария.
- Покровную культуру можно выращивать в порядке чередования после уборки основной культуры:
  - В короткие периоды теплого времени года. Например, гречиха (непревзойденный источник биомассы, убивающей и подавляющей сорняки), просо, сорго, вигну.
  - Как позднеосеннюю культуру. Например, рожь посевную можно выращивать как отдельно, так и в смеси с викой мохнатой, и убирать поздней весной.
  - Ранние посевы там, где это целесообразно, представляют собой способ расширения «вегетационного окна». Некоторые культуры больше подходят для раннего посева, чем другие. В общих чертах, озимые однолетники следует сеять как минимум за 6 недель до пагубных для них заморозков (обычно в конце сентября – начале октября). Например, клевер

должен укореняться поздней весной; пшеницу и рожь посевную можно сеять позже, хотя это снижает их способность накопить азот; рапс подходит для позднеосеннего посева.

- Покровную культуру можно выращивать вместе с другой продовольственной или товарной культурой с совместимым жизненным циклом:
  - в междурядьях параллельно с основной культурой, а затем оставлять ее расти дальше после уборки основной культуры;
  - подсеять прямо под основную культуру. Теневыносливые культуры можно высевать непосредственно под укоренившуюся культуру с тем, чтобы они продолжали расти после уборки первой культуры. Мелкие семена, требующие сравнительно неглубокого семенного ложа, можно разбрасывать прямо в проросшую зерновую культуру. Примеры культур, подходящих для разбросного посева, клевер и люцерна. Обе можно сеять в зерновую культуру (например, под озимую пшеницу или рожь посевную) весной. При прямом посеве в зерновую культуру (например, тритикале, ячмень) семена засевают уже на раннем этапе, т.е. в начале фазы кущения.

Прямой посев бобовой культуры в стеблестой кормовой культуры (т.е. прервав жизненный цикл кормовой культуры непосредственно перед посевом) может привести к плохой всхожести по следующим причинам:





© ФАО/ С. Корси

**Рисунок 40.** Поле вызревающей пшеницы, возделываемой в системе ПРЗ в Армении



© ФАО/ С. Корси

**Рисунок 41.** Диверсификация системы земледелия в Араратской долине

- Пониженное содержание почвенной влаги в грядках;
  - быстрый рост зерновой культуры;
  - иммобилизация азота микроорганизмами.

Должно пройти какое-то время между посевом и прекращением жизненного цикла кормовой культуры.

Перед посевом следует сократить возможности для конкуренции, максимально укоротив стеблестой путем выпаса скота или путем скашивания/стрижки и/или с помощью гербицидов. Возобновление роста травостоя следует строго контролировать, периодически производя выпас скота или скашивая растущую кормовую культуру, чтобы дать возможность развиваться только что укоренившимся проросткам. В осенний период нужно избавиться от всех многолетних сорняков.

Если посев осуществляется в период заморозков в травостой кормовой культуры, посейте семена, когда трава активно не растет и пока почва имеет тенденцию замерзать на несколько недель. Ночные заморозки, за которыми следуют дневные оттепели, приведут к неглубокому залеганию семян от поверхности почвы.

При возобновлении вегетативного развития периодически используйте выпас или скашивание для предотвращения чрезмерного разрастания травостоя, чтобы трава не вытеснила новые проростки. При этом контролируйте высоту стравливания травы скотом, чтобы избежать перевыпаса (т.е. чрезмерного стравливания травостоя) и повреждения новых проростков.

В следующем разделе представлен механизм принятия решений для определения наиболее подходящих (экономически жизнеспособных и экологически устойчивых) систем, основанных на использовании покровных культур.





# 7

## МЕХАНИЗМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯЩИХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР

© ФАО/ Х. Муминджанов, С. Корси

### ГЛАВА 7







## 7. МЕХАНИЗМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯЩИХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР

Этот механизм позволяет помочь с выбором наиболее подходящих вариантов, которые обеспечивали бы потребности фермеров. Схемы использования покровных культур, рекомендованные посредством данного механизма, должны быть впоследствии адаптированы к конкретному комплексу социальных, экономических, экологических и климатических условий.

### №1. Потребности и приоритеты фермеров

Для начала фермерам необходимо определить для себя, какие факторы из тех, что лимитируют продуктивность и устойчивость их производственной системы, следует считать определяющими и каких целей они хотели бы достичь (**Раздел 6.1**).

Наряду с обдумыванием желательных характеристик, фермеры также должны отдавать себе отчет в тех характеристиках, которые для них нежелательны. Часто нужно находить компромисс между разными целями. Чтобы дать качественную оценку имеющимся альтернативам, фермерам следует подумать над стоимостью и доступностью семян, а также над количеством и видами полевых работ, необходимых на всех этапах севооборота при различных приходящих на ум агротехнических схемах. В частности, использование покровных культур в регионе должно учитывать экономику полива, то есть выгодно ли производить растительные остатки или это обойдется слишком дорого. Например, основная культура дает недостаточный объем пожнивных остатков, однако введение покровных культур

приведет к конкуренции за воду, необходимую последующей основной культуре. И тем не менее, в среднесрочной перспективе производители, выращивающие культуры с низким выходом растительных остатков на подверженных эрозии почвах, могут захотеть ввести в севооборот культуры с высоким выходом растительных остатков (в случае минимальных затрат на полив).

Во **Вставке 15** представлен справочный перечень, который поможет фермерам оценить уместность/целесообразность выращивания покровных культур.

- Если фермеры не рассматривают здоровье почвы в числе двух-трех важнейших своих проблем и по всем признакам не проявляют большого интереса к ее оздоровлению, переходите к №2 (см. ниже). В некоторых случаях введение покровных культур нельзя считать наиболее оптимальным решением для отдельных фермерских хозяйств.
- Если фермеры считают здоровье почвы важной проблемой и выражают заинтересованность в путях ее решения, переходите к №4 (см. ниже).

### №2. Интерес фермеров

Обдумайте возможность не работать над оздоровлением почвы.

- Если решено ничего не делать для здоровья почвы, переходите к №3.
- Если есть твердое убеждение в том, что здоровье почвы является насущной проблемой и еще есть возможность ее успешно разрешить, переходите к №4.

### №3. Завершение

На этом работа программы по покровным культурам завершена. В будущем, возможно, что-то изменится, и покровные культуры станут более привлекательными для фермеров, однако на данном этапе использование покровных культур не войдет в агротехническую схему.

### №4. Есть ли поблизости успешно работающая схема?

**Существует ли успешно действующая схема, основанная на использовании покровных культур, о которой известно фермерам или к которой они проявляют интерес?**

- Если да, растет ли число фермеров, внедривших у себя эту схему использования покровных культур, или же их количество поступательно сокращается? Принимают ли они эту схему в отсутствие, каких бы то ни было субсидий или пропагандирующих ее программ? Если на большинство вопросов дан положительный ответ, переходите к №5.
- Если такая схема не применяется, переходите к №7.
- Если фермерам известно об успешно действующей схеме на основе покровных культур, но они ее не принимают, поинтересуйтесь у них:
  - Пытались ли уже фермеры использовать природные способы оздоровления почвы?
  - Каковы были эти методы?
  - Были ли в них включены покровные культуры, которые улучшают структуру/разрыхляют почву?
  - Что думают фермеры об использовании растений для решения агрономических проблем?
  - Используют ли навоз?
  - Сколько на гектар?
  - Используют ли компост и, если да, то сколько на гектар?

Опросите также тех фермеров, которые успешно используют схему, основанную на использовании покровных культур, тщательно проанализируйте экономическую эффективность такой схемы, все за и против (как с точки зрения фермеров, так и согласно вашей собственной оценке).

Если используемая схема оказывается не столько прибыльной, сколько затратной, переходите к №6. Если прибыльна, переходите к №5.

### №5. Полевые испытания

Организуите 3-4 испытания для проверки каждой технологии. Проводите испытания на небольших одинаковых участках, либо отделенных от засеянных полей, либо – для быстрого получения данных о том, как покровные культуры вписываются в действующую агротехническую схему – выделенных прямо на засеянных полях. Испытайте разные даты посева (особенно важно в случае высева в междурядья или подсева под основную культуру) в оптимальных почвенно-климатических условиях, причем отнестись к испытанию нужно столь же ответственно, как и к любому другому посеву.

С максимальной тщательностью ведите учет расходов и выгод в сравнении со схемой, на тот момент используемой фермерами, уделяя особое внимание регистрации стоимости всех трудовых затрат и тому, насколько испытываемая агротехническая схема вписывается в рамки имеющейся техники и трудовых ресурсов.

Если эксперименты прошли успешно, примите меры к тому, чтобы фермеры, как мужчины, так и женщины, смогли увидеть результаты экспериментов и в частности отметили бы для себя, что:

- В качестве покровных можно с успехом использовать продовольственные культуры;

**Вставка 15. Всем ли фермерам подходят схемы с использованием покровных культур?**

С фермерами следует обсудить следующие вопросы, причем фермеры должны отвечать на них откровенно и в атмосфере доверия:

- Какой процент фермеров в округе до сих пор оставляет землю под паром? На сколько лет за один прием? Сеют ли фермеры или убирают что-либо вместе с природным растительным покровом на оставленной под паром участке?
- Каковы средние размеры участка (участков) земли в собственности каждого домохозяйства? Сколько домохозяйств владеют наделами большой площади (например, семейное фермерское хозяйство) и сколько земли им принадлежит?
- Есть ли у фермеров предпочтения в отношении путей решения проблемы деградации почвы и, если да, то какие есть варианты? Испытывали ли они уже какую-нибудь технологию? Каковы были результаты? Почему?
- Есть ли у фермеров уверенность, что они смогут продолжать возделывать почву, которую мелиорировали?
- Какие виды сельскохозяйственной деятельности выполняются женщинами? Какие у них права в отношении выбора и использования сельскохозяйственных культур или животных? Как отличаются приоритеты женщин в рамках конкретной агросистемы от приоритетов мужчин? Например, хотят ли женщины сеять другие культуры, отличные от тех, которые выбирают мужчины?

- После того, как пожнивные остатки покровной культуры оставлены на поверхности почвы, основные культуры вырастают более здоровыми и более продуктивными;
- Если эксперименты окончились неудачей, переходите к № 6 и определите новую схему, потенциально представляющую интерес.

**№6. Определите потенциальные покровные культуры**

Если фермеры все равно не проявляют явной заинтересованности, выясните, по какой причине.

- Если их возражения доказательны, переходите к №3.
- Если складывается впечатление, что они с энтузиазмом восприняли новую возможность или хотят больше узнать о результатах экспериментов, побудите их проверить схему опытным путем в ограниченном масштабе на любом участке площадью от 10 м x 10 м до 25 м x 25 м.

- Если фермеры осознают потенциальные возможности схем с использованием покровных культур, но все равно не стремятся их вводить, переходите к №2.
- Если фермеры хотели бы больше узнать о схемах, использующих покровные культуры, соберите следующую информацию:

- Какие культуры являются главными?
- Существует ли практика посева других растений вместе с этими главными культурами?
- Применяют ли фермеры севооборот?
- Какой это севооборот, как он осуществляется, какой сезон отведен для каждой культуры?

Внесите эти данные в **таблице 11**. В первой строке укажите названия основных культур (которые фермеры в настоящее время выращивают и которые хотели бы испытать). Предложения по чередованию культур можно почерпнуть из **таблицы 4 (Раздел 5)** и **Приложения 3**. Затем

**Таблица 11.** Вегетационный цикл основных культур в севообороте

	Культура	Потребность культуры		Вегетационный период (календарные месяцы)											
		Вода, мм	Продолжительность вегетации, дни	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Чередуемая культура															

**Таблица 12.** Вегетационный цикл покровных культур, которых можно включить в севооборот

Культуры	Вода, мм	Потребности культур		Вегетационный период (календарные месяцы)												Цель
		Продолжительность вегетации, дни		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Бобовые																
Широколистные																
Травы																

внесите всю имеющуюся информацию (то есть влагообеспеченность, продолжительность вегетации) в следующие строки и отметьте цветом ячейки тех месяцев, в течение которых культуры будут занимать поле. В **Приложении 1** приведены для справки характеристики важнейших полевых культур региона.

- Каковы приоритеты и потребности фермеров?
- Какие покровные культуры успешно реализуются на рынке или имеют хорошие перспективы?
- Как будет осуществляться посев покровной культуры?

- Как ее будут контролировать/прерывать жизненный цикл?
- Есть ли для этого необходимая техника и трудовые ресурсы?

Определите предварительный перечень покровных культур, основываясь на их агротехнических потребностях и коммерческих перспективах (см. **Приложение 2**, если нужны методические указания и справочный материал) и внесите эти данные в **таблице 12** (выделите цветом те месяцы, в течение которых культуры будут занимать поле).



Сравните **таблицы 11 и 12**, чтобы сузить диапазон выбора покровных культур до тех, которые подходят для имеющегося периода вегетации, а затем переходите к №7.

### **№7. Выбирайте и проверяйте**

Составьте потенциально перспективную агротехническую схему (ряд примеров приведен в **Приложении 3**) и переходите к №5.



# 8

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ И ПРОДВИЖЕНИЮ ПОЧВОЗАЩИТНОГО И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НАДЛЕЖАЩИХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ПРАКТИК

© ФАО/ Х. Муминджанов, С. Корси

### ГЛАВА 8







## 8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ И ПРОДВИЖЕНИЮ ПОЧВОЗАЩИТНОГО И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НАДЛЕЖАЩИХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ПРАКТИК

**П**очвозащитное и ресурсосберегающее земледелие – наукоемкая технология, знаменующая смену парадигмы в сельскохозяйственной отрасли. В связи с этим процесс его продвижения нуждается в четкой коммуникативной стратегии.

Любое действие по продвижению почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия должно подчеркивать важность интенсивного (в пространстве) и диверсифицированного (во времени) севооборота, как вспомогательного компонента нулевой технологии. Изменение севооборота подразумевает в качестве предпосылки изменения мышления фермеров. Фермеры должны привыкнуть рассматривать сельскохозяйственные культуры как функциональные аграрные вложения и как (частичную) замену химических удобрений и гербицидов.

Это означает, что фермерам нужно:

- Ознакомиться со всей новой системой производства, а конкретно – поменять мышление и обрести технологические возможности. Особое внимание следует уделить развитию эффективной системы использования растительных остатков. Это должно стать главнейшим приоритетом в управлении фермерским хозяйством. Необходимо научиться превращать пожнивные остатки из досадной помехи в союзников, помогающих снизить производственные риски, увеличить продуктивность сельхозкультур и обеспечить устойчивость сельского хозяйства.
- Растительные остатки нужно утилизировать (при необходимости измельчать и равномерно разбросать) таким образом, чтобы они не мешали посевной работе, укоренению культуры и ее развитию.
- Вода – главный лимитирующий фактор растениеводства в регионе. Поэтому особую ценность имеет снег, задержавшийся в стоячей стерне и сохранившийся в почве следующей весной в виде талой воды. Кроме того фермерам понадобится на месте испытать даты посева для различных культур, чтобы определить оптимальное сочетание для каждого агроэкологических условий и для каждого чередования культур. Там, где это уместно, на первых этапах процесса продвижения системы ПРЗ можно привлечь научно-исследовательские институты, чтобы они предоставляли эту информацию, что очень важно для обеспечения фермеров четкими и конкретными методическими указаниями.
- Установить новые рыночные связи, чтобы иметь доступ к разным сортам и качественному семенному материалу и найти на рынке нишу для продажи нетрадиционных/специфических сельхозкультур. Устойчивости достигнуть легче, когда вы полностью интегрированы в рынок и ваши действия продиктованы интересами рынка. Служба распространения сельскохозяйственных знаний может играть решающую роль в стимулировании связей с национальными и международными рынками.

Чтобы повысить шансы принятия фермерами на вооружение рекомендованных практик, необходимо тщательно проанализировать приоритеты фермеров. Некоторые из них могут приветствовать перемены и пожелают испытать альтернативные агротехнические приемы. Роль равнодушных и активных фермеров-первопроходцев очень важна для того, чтобы обеспечить участие большинства фермеров в данном сообществе и катализировать процесс продвижения ПРЗ.

Однако стремление фермеров избежать рисков и их нежелание что-либо менять представляются наиважнейшими факторами, которые следует учитывать при разработке агрономических решений для большинства фермерских хозяйств. Считается, что одобрения/принятия инновационных приемов добиться легче в тех случаях, когда они не требуют больших усилий для адаптации

со стороны конечных пользователей (т.е. фермеров). Поэтому в процессе разработки модернизированных систем растениеводства следует использовать консервативный подход.

Схема севооборота должна быть согласована совместными усилиями фермеров и специалистов служб расширения сельскохозяйственных знаний так, чтобы фермерам не нужно было перестраивать свою систему агропроизводства для внедрения в нее новых культур или новых агротехнических приемов.

Последнее соображение касается зачастую ограниченных в общем плане возможностей многих фермеров региона в сфере агротехники и землепользования. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие следует вводить параллельно с другими передовыми агротехническими практиками, например, такими которые представлены в [таблице 13](#).

**Таблица 13.** Надлежащие агрономические практики по возделыванию культур

Агрономическая практика	Пояснение агрономической практики	Предварительное условие
Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Оптимизация вегетационного периода (даты посева приурочены к системам подсева в междурядья или под основную культуру)</li> <li>■ Испытание сочетаемости культур (сроков посева и комбинаций сельскохозяйственных культур)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Выверены даты посева</li> <li>■ Имеются в наличии адаптированные средства малой механизации</li> <li>■ Проверена сочетаемость культур и сроков их посева (для целей обеспечения основной культуры питанием)</li> </ul>
Контурная технология земледелия	-	-
Полезащитные/ветрозащитные насаждения	-	-
Контролируемый выпас	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ограничения по интервалам между стравливаниями и/или дополнительное подкармливание</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Наличие корма</li> </ul>

Диверсификация севооборотов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Оптимизация вегетационного периода (даты посева приурочены к системам подсева в междурядья или под основную культуру)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверен и доступен качественный семенной материал адаптированных сортов сельскохозяйственных культур</li> <li>Выверены даты посева</li> <li>Имеются в наличии адаптированные средства малой механизации (рядовая сеялка, уборочный комбайн)</li> </ul>
Интенсификация севооборотов	-	-
Улучшенное (более интенсивное и эффективное) питание растений	<ul style="list-style-type: none"> <li>Оптимизация вегетационного периода (даты посева приурочены к системам подсева в междурядья или под основную культуру)</li> <li>Испытание сочетаемости культур (сроков посева и комбинаций сельскохозяйственных культур)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Наличие удобрений</li> <li>Проверена сочетаемость культур и сроков их посева (для целей обеспечения основной культуры питанием)</li> </ul>
Интегрированная защита растений	<ul style="list-style-type: none"> <li>Осведомленность фермеров о важности и методологии интегрированной борьбы с болезнями и вредителями (например, биологическая борьба, полезные насекомые)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Наличие пестицидов</li> <li>Имеется в наличии улучшенный семенной материал злаковых, бобовых и широколистных культур</li> <li>Имеется в наличии адаптированные средства малой механизации (опрыскиватель)</li> </ul>





# 9

## ПОЛЕВАЯ ШКОЛА ФЕРМЕРОВ КАК ПРИМЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗНАНИЙ

© ФАО/ Х. Муминджанов, С. Корси

### ГЛАВА 9





## 9. ПОЛЕВАЯ ШКОЛА ФЕРМЕРОВ КАК ПРИМЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗНАНИЙ

### Что из себя представляют полевые школы фермеров?

**П**олевые школы фермеров – это программа обучения и подготовки для взрослых, изначально разработанная ФАО для того, чтобы помочь фермерам лучше и рациональнее управлять системами производства.

Полевая школа фермеров является неформальным личностно-ориентированным прикладным процессом обучения и подготовки для взрослых. В процессе задействована группа примерно из 20-30 фермеров, которые собираются для изучения определенной темы в течение всего вегетационного периода. Весь процесс обучения проходит на основе полевых занятий и направлен на то, чтобы дать фермерам возможность активно решать свои полевые задачи через стимулирование личной вовлеченности, взаимодействия и совместного принятия решений.

Фермеры учатся самоорганизации как индивидуальной, так и в рамках своих сообществ путем самостоятельного выполнения различных работ, связанных с выбранной технологией ведения сельского хозяйства, и непрерывного наблюдения за результатами применения этой технологии в поле. В большинстве случаев местные сообщества выделяют учебную площадку с местом под крышей, где фермеры проводят итоговые обсуждения результатов своих экспериментов с конкретными агротехническими приемами, проводят их сравнительный анализ и осуществляют мониторинг. Учебный план полевой школы фермеров разрабатывается

в соответствии с природным циклом выбранной культуры/технологии (от семян до семян).

Разрабатываются расписания систематических семинаров – еженедельных (в основном по однолетним культурам и животноводству), двухнедельных (некоторые культуры с долговременным циклом) или ежемесячных (в основном по многолетникам) – в качестве связующего звена между учебными курсами с учетом сроков проведения агротехнических мероприятий и графика работ в фермерских хозяйствах. Более подробно информация о процессе обучения взрослых слушателей в полевой школе фермеров приведена во **Вставке 16**.

### В чем значение подготовки фасилитаторов?

Подготовка фасилитаторов – экономичный путь к внедрению новых подходов, требующих от инструкторов, фасилитаторов и учреждений новых навыков. Она вырабатывает видение и общую методологию для освоения новых областей в деле распространения и получения сельскохозяйственных знаний, одновременно стимулируя изыскания, открытия и адаптацию в местных экологических, социальных, экономических и исторических условиях.

Концепция, лежащая в основе полевых школ фермеров, заключается в том, что инструкторы работают рядом с фермерами, выполняя функции консультантов и фасилитаторов, поощряя самостоятельность, аналитику и организованность. Фасилитатор – это технически подготовленное лицо, ведущее участников группы через цикл практи-

ческих тренировочных занятий. Им может быть работник службы распространения сельскохозяйственных знаний или выпускник полевой школы фермеров. В любом случае фасилитаторы – не преподаватели: они дают методические

указания тогда, когда это необходимо, а как только фермерам становится ясно, какие стратегии принять на вооружение, работники служб распространения сельскохозяйственных знаний отходят на задний план.

#### Вставка 16. Принципы обучения взрослых

В основе учебного процесса полевой школы фермеров лежит лично-ориентированный подход, отражающий широкие базовые принципы личной вовлеченности и неформального образования для взрослых.

Исповедуя подход к коллективным изысканиям на основе личной вовлеченности, учебный процесс полевой школы фермеров призван побудить местное сообщество к действиям, направленным на решение местных проблем. Это осуществляется путем применения четырехэтапного учебного цикла, основанного на следующих методах:

- Приобретение конкретного опыта:
  - наблюдение и осмысление;
  - обобщение и разработка концепции;
  - активное экспериментирование, что одновременно является последней ступенью этого цикла и точкой отсчета нового учебного цикла.
- Такой подход предоставляет участникам возможность получить аналитические навыки для изучения проблем практического земледелия тремя путями:
  - участники обретают новое понимание и новые объяснения изучаемой проблемы;
  - участники учатся тому, как нужно учиться;
  - участники учатся созданию новых возможностей для действий.

В качестве учебного курса для взрослых полевая школа фермеров представляет собой процесс самостоятельных изысканий, инициированный самими обучающимися для того, чтобы генерировать изменения (например, их навыков, поведения, уровня знаний или отношения к различным вещам), когда инструктор берет на себя роль фасилитатора. Основополагающий принцип такого подхода заключается в том, что его можно оптимизировать, когда обучающимся предоставлена возможность взять под контроль свой собственный процесс обучения.

Самые распространенные принципы обучения взрослых следующие:

1. Люди с большей готовностью впитывают и претворяют в жизнь идеи, отражающие их потребности и проблемы.
2. Принятие новых практических приемов фильтруется через опыт. В то же самое время опыт каждого человека, его идеи, чувства и взгляды становятся продуктивным источником материала для решения проблем.
3. Обучение – коллективный процесс. Людям нравится работать не только самостоятельно, но и в коллективе. Групповая динамика и упражнения по сплочению коллектива способствуют процессу группового обучения.
4. Обучение – временами болезненный процесс. Перемены зачастую означают, что надо отказаться от старого, комфортного мышления. Дискомфорт может сопровождать открытое и публичное изложение идей, вынесение чьих-то идей на рассмотрение группы, конфронтацию с другими участниками. Опыт облегчает этот процесс.





# 10

## ПРИЛОЖЕНИЯ

© ФАО/Х. Муминджанов

### ГЛАВА 10





## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Главными лимитирующими факторами в растениеводстве региона являются ограниченная доступность воды. По причине засушливых климатических условий растениеводство сильно зависит от орошения.

Из-за дефицита семян бобовых и масличных культур фермеры широко практикуют монокультуру зерновых колосовых. Тем не менее, урожайность пшеницы обычно низкая, главным образом по причине низкой потенциальной продуктивности возделываемых сортов и неэффективной агротехники.

Основные поливные культуры – хлопчатник, зерновые (главным образом, пшеница), кормовые культуры (например, люцерна).

Основные богарные культуры – злаковые зерновые (пшеница, ячмень, рожь посевная), зерновые и кормовые бобовые (горох, нут, чечевица, фасоль, вика), масличные.

В **таблице I** приведены сводные характеристики важнейших полевых культур.

**Таблица I.** Характеристики основных полевых культур

Культуры		Потребности культуры			Вегетационный период (календарные месяцы)											
		Вода, мм	Полив (П) / богара (Б)	Продолжительность вегетации, приблизительное количество дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Пшеница:	<i>Triticum aestivum</i>	350-400	П / Б													
■ Озимая				230-270					]				[			
■ Яровая				95-130				[			]					
Ячмень:	<i>Hordeum vulgare</i>	450-650	П / Б													
■ Озимый				200-230				]					[			
■ Яровой				60-90				[		]						
Кукуруза	<i>Zea mays</i>	600-800	П	80-135			[			]						
Хлопчатник	<i>Gossypium hirsutum</i>	500-1300	П	120-140			[				]					
Подсолнечник	<i>Helianthus annuus</i>	600-1000	П / Б	120-130			[				]					
Сахарная свекла	<i>Beta vulgaris</i>	550-750	П	140-200				[						]		
Картофель	<i>Solanum tuberosum</i>	500-700	П	90-180				[					]			





ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР, ПОДХОДЯЩИХ ДЛЯ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

В таблице II приведено сводное описание основных покровных культур, потенциально подходящих для выращивания в регионе. В таблице III важнейшие покровные культуры сгруппированы в соответствии с их особенностями.

Таблица II. Характеристика основных покровных культур

Культура			Потребности культуры		Вегетационный период				Агротехническое указание				Роль культуры						
			Поливные (П) / Богарные (Б) / Богаразасухостойчивые (Б*)	Продолжительность вегетации [дней]	Зима	Весна	Лето	Осень	Место в севообороте	Информация/ подсказки	Посев	Прекращение жизненного цикла	Основные области применения	Агрономические преимущества					
														Быстрое укоренение (х)	Подавление сорняков (ПС)/аллелопатия (А)	Питание растений: азотфиксирующие (N) / сапрофиты (С)	Разрыхление почвы (х) / почвоуглубление (*)	Структурирование почвы (х)	Борьба с вредителями (х)
Бобовые	Клевер луговой	Trifolium pratense	I		→	→]...	[от конца весны до июня (укоренение до середины лета)	→	<ul style="list-style-type: none"><li>в междурядьях с хлебными злаками</li><li>в смеси, напр.: клевер луговой + вика мохнатая + овес</li><li>как подсевную культуру с озимыми зерновыми: напр. разбрасывать под озимую пшеницу, ячмень или спелту (посеянные преды-дущей осенью), пока земля еще замерзшая (конец зимы/начало весны); он растет под зерновыми до их уборки; затем быстро вырастает. Подрост погибает в течение зимы (прирост биомассы), но следующей весной вновь буйно наращивает биомассу, пока его не скосят перед цветением.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>медленный рост в год посева под защитой растения-няньки (напр. гречиха, овес); быстрый рост на 2-й год.</li><li>короткоживущий многолетник (2 года)</li><li>теневынослив</li></ul>	• норма: 10 кг/га (рядовой посев)	• когда появятся первые цветки	<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li><li>биомасса (особенно в смеси со злаковыми травами)</li></ul>			N	х	х	<ul style="list-style-type: none"><li>привлекает насекомых (местообитание)</li><li>растение-хозяин для долгоносика клубенькового желтого (Sitona hispidula), являющегося вредителем также и люцерны</li></ul>
					[конец зимы/ начало весны →	→	→]...												
Бобовые	Клевер ползучий	Trifolium repens	II		→ ...	[февраль / начало весны →	→	→	<ul style="list-style-type: none"><li>в междурядьях с хлебными злаками (+ клевер луговой)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>медленный рост в год посева под защитой растения-няньки (напр. гречиха, овес); быстрый рост на 2-й год.</li><li>короткоживущий многолетник (2 года)</li><li>антиэрозионное действие</li><li>теневынослив</li><li>вынослив к вытаптыванию</li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li><li>биомасса (особенно в смеси со злаковыми травами)</li></ul>			N	х		<ul style="list-style-type: none"><li>привлекает насекомых (местообитание)</li></ul>
					→	→ ...	[сентябрь →	→	<ul style="list-style-type: none"><li>как живая мульча для хлопчатника</li></ul>										
Бобовые	Донник белый	Melilotus albus	Б			[→	→	→]...	<ul style="list-style-type: none"><li>как чистое насаждение</li><li>в смеси, напр. с овсом</li><li>в междурядьях, напр. с кукурузой.</li><li>После уборки кукурузы донник вырастает высотой примерно до 2 м и может служить кормом для скота на выпасе (вместе с кукурузной стерней). Следующей весной все, что осталось от донника, скашивают и снова сеют кукурузу.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>короткоживущий многолетник (2 года)</li><li>теневынослив</li><li>довольно долговечный/инвазивный: используйте только там, где ценится животноводство</li></ul>	• норма: 10-25 кг/га		• корм	х		N	х*	х	
Бобовые	Вика посевная	Vicia sativa	П			[→	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>как чистое насаждение</li><li>в смеси: напр., вика + зерновые (напр. овес, пшеница или ячмень);</li><li>вика + фацелия + гвизотия</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 100-150 кг/га (чистое насаждение); 20-70 кг/га (в смесях)</li><li>глубина: 3-5 см</li></ul>		• корм	х	ПС	N			

[illegible]

Бобовые	Канавапия мечевидная <i>Canavalia ensiformis</i>	Б*	60-90-110 (в зависимости от сорта: коротко- или длинно-стебельного)		[→	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>под занятый пар</li><li>в полезащитные полосы</li><li>во фруктовых садах</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>кустистая (не вьющаяся)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 55 кг/га</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li><li>корм</li><li>биомасса</li></ul>	х	ПС	N	х	х	<ul style="list-style-type: none"><li>ядовитые корни отпугивают землероющих грызунов</li></ul>
Бобовые	Вигна китайская <i>Vigna unguiculata</i>	Б*			[→	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>как подсевная культура под озимые зерновые, напр. подсеивается в заморозки под пшеницу</li><li>во фруктовых садах</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>высокая фотопериодическая чувствительность</li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li><li>корм</li><li>биомасса</li></ul>		ПСА	N	х	х	
				→ вымерзшая мульча]			[конец лета →	<ul style="list-style-type: none"><li>в смесях</li></ul>										
Бобовые	Маш <i>Vigna radiata</i>	Б	90-120		[май →	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>в междурядьях, напр. с пшеницей</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>высокая фотопериодическая чувствительность</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 20-30 кг/га при разбросном посеве</li><li>глубина: 3-5 см</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li><li>корм</li></ul>			N	х	х	
Бобовые	Вигна зонтичная <i>Vigna umbellata</i>	Б	120-150		[→	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>как подсевная культура под кукурузу: семена разбрасывают за 1-2 месяца до уборки кукурузы; когда кукуруза убрана, вигна продолжает расти</li><li>во фруктовых садах</li></ul>				<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li><li>корм</li><li>биомасса</li></ul>	х	ПС	N	х		
Бобовые	Вигна борщевикная <i>Vigna aconitifolia</i>	П	90-120		[май →	→]			<ul style="list-style-type: none"><li>высокая фотопериодическая чувствительность (короткий день)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 35-40 кг/га</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li><li>корм</li></ul>			N	х	х	
Бобовые	Люпин белый <i>Lupinus albus</i>	Б		→	→]		[→	<ul style="list-style-type: none"><li>в порядке чередования: напр. с хлопчатником</li><li>во фруктовых садах</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 150 кг/га</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li><li>корм</li><li>биомасса</li></ul>			N; C (фосфор)			<ul style="list-style-type: none"><li>чередуйте люпины, чтобы избежать антракноза</li></ul>
Бобовые	Пахитник <i>Trigonella foenum-graecum</i>	П / Б			[→	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>как чистое насаждение</li><li>в смеси, напр. с овсом</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>может прорасти в холодных почвах</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 15-20 кг/га</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li><li>биомасса</li></ul>			N	х	х	<ul style="list-style-type: none"><li>прерывает некоторые циклы вредителей кукурузы</li></ul>

Бобовые	Чина посевная <i>Lathyrus sativus</i>	Б*			[→	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>в порядке чередования: напр. с озимыми зерновыми (напр. пшеница, рожь посевная)</li></ul>				<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li><li>корм</li></ul>			N	x		
Бобовые	Чина шершавая <i>Lathyrus hirsutus</i>	Б		→	→]		[начало/середина сентября →	<ul style="list-style-type: none"><li>в порядке чередования</li><li>в междурядьях с культурой-нянькой: напр. рожь посевная, однолетний райграс, овес, разновидности редьки, репа (<i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i>)</li><li>как подсевная культура: кукурузу можно сеять прямо в живую чину шершавую, позволив ей продолжать расти, а затем опрыскать и прервать жизненный цикл чины не позднее, чем через 1 месяц после прорастания кукурузы</li></ul>				<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li><li>биомасса</li></ul>			N	x		
Бобовые	Нут	Б	100		[→	→]						<ul style="list-style-type: none"><li>пища</li></ul>			N			
Бобовые	Копеечник венечный <i>Hedysarum coronarium</i>	Б*		→	→]...	[→	→	<ul style="list-style-type: none"><li>как чистое насаждение</li><li>как подсевная культура под зерновые (разбросной посев)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>короткоживущий многолетник</li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li></ul>			N	x		
Бобовые	Эспарцет викалистный <i>Onobrychis viciifolia</i>	П / Б	60-70	→]...	[апрель →	→	→	<ul style="list-style-type: none"><li>в смеси с, напр., клевером ползучим</li><li>как подсевная культура под зерновые (разбросной посев)</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 40-60 кг/га</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li></ul>			N	x*	x	
Бобовые	Люцерна посевная <i>Medicago sativa</i>	П / Б	60-70	→]...	[апрель →	→	→	<ul style="list-style-type: none"><li>как чистое насаждение</li><li>в смеси с сопутствующей злаковой травой, напр. райграсом, овсом, яровым ячменем, яровой тритикале</li><li>как подсевная культура (разбросной посев) ранней весной под озимые зерновые: напр. озимую пшеницу</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>как чистое насаждение: ускоренное укоренение, повышенная засухоустойчивость благодаря более мощному разрастанию корней, однако требуется повышенный контроль сорняков</li><li>вместе с сопутствующей культурой, чтобы минимизировать конкуренцию с сорняками при укоренении и почвенную эрозию; убирайте зерно на стадии выхода в трубку (не рекомендуется убирать сопутствующую культуру на зерно: конкуренция)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 10-25 кг/га</li><li>глубина: 0,5-1,5 см</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>убирать от стадии цветочной почки до 50% цветения и как минимум за 4 недели до заморозков (по мере того как надземная часть развивается за счет корней), примерно через 70 дней после посева или через 60 дней после прорастания для 2-3 укосов</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>корм (корм высшего качества, особенно с чистого насаждения)</li></ul>			N	x*	x	<ul style="list-style-type: none"><li>не сейте сразу после клевера лугового, чтобы избежать переноса долгоносика клубенькового желтоногоро (<i>Sitona hispidula</i>)</li></ul>



Бобовые	Люцерна хмелевидная <i>Medicago lupulina</i>				[М	→ завызывает семена...	... до первого вымерзания]	<ul style="list-style-type: none"><li>как живая мульча под пологом культуры, напр. льна</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>низкорастущая, самосевная;</li><li>воспроизводится под растущей культурой, позволяющей обеспечить доступ света. После уборки культуры люцерна хмелевидная продолжает развиваться и завызывает семена до первого губительного для люцерны заморозка.</li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li></ul>		ПС	N			
Бобовые	Люцерна однолетняя <i>Medicago littoralis</i>	Б			[→	→	→]		<ul style="list-style-type: none"><li>низкорастущая, самосевная</li><li>не зимостойкая</li><li>растет быстрее, чем <i>Medicago sativa</i></li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li><li>биомасса</li></ul>	х	ПС	N	х	х	
Бобовые	Кроталария опниковая <i>Crotalaria juncea</i>	Б*	80-100	→ вымерзшая мульча]		[→	(вынослива к легким заморозкам)						х	ПС	N	х	х	
Широколистные	Редька посевная: <i>Raphanus sativus</i>								<ul style="list-style-type: none"><li>быстро не укореняется в системах с низким содержанием N</li></ul>						С	х*		
Широколистные	дайкон <i>Raphanus sativus var. longipinnatus</i>	Б		→ вымерзшая мульча]		[конец лета →	→	<ul style="list-style-type: none"><li>в чередовании: от уборки зерновых до осени</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 5-9 кг/га (рядовая сеялка)</li><li>укореняться должна рано, чтобы достаточно вырасти для выживания в зимних условиях</li></ul>									
Широколистные	редька масличная <i>Raphanus sativus var. oleiformis</i>	Б	60-100	→	→]		[→	<ul style="list-style-type: none"><li>в чередовании: напр. с хлопчатником</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 5-15 кг/га (рядовой посев); 10-22 кг/га (разбросной)</li><li>глубина: 0,5-2 см</li></ul>									<ul style="list-style-type: none"><li>антислизневое действие</li></ul>
				→ вымерзшая мульча]		[30 дней до заморозков →	→											
Широколистные	Гвизотия <i>Guizotia abyssinica</i>	Б*	короткий цикл	→ вымерзшая мульча]				<ul style="list-style-type: none"><li>в чередовании: от уборки зерновых до осени</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>норма: 6-8 кг/га</li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>корм</li></ul>				х*	х	

Широколистные	Фацелия <i>Phacelia tanacetifolia</i>	Б			[май →	→ осень]												
				→ вымерзшая мульча]		[30 дней до заморозков →												
Широколистные	Тигония разнолистная <i>Tithonia diversifolia</i>							• в полевых защитных полосах: зеленые стебли (не одревесневшие), листья и цветы можно удалить после цветения и разбросать по полю; одревесневшие стебли – на растопку					• корм • биомасса (топливная древесина, удобрение)					
Широколистные	Репс <i>Brassica napus</i>	П	70-95		[апрель →	август]												
				→	→]													
Широколистные	Горчица <i>Brassica juncea; Brassica hirta; Brassica alba; Brassica nigra</i>	П	70-95				морозостой- кие											
Широколистные	Гречиха <i>Fagopyrum esculentum Moench / Fagopyrum sagittatum Gilib</i>	Б / П	40-90		[апрель / июнь →	→]												
Широколистные	Лен <i>Linum usitatissimum</i>				[апрель →	июль]						• пища • волокно						
Широколистные	Сафлор <i>Carthamus tinctorius</i>	П / Б	100-120		[апрель →	август]			• норма: 15 кг/га			• пища (масло)		противо- действует только поздно всхо- дящим сорнякам (травяни- стым).				

[illegible]

Злаковые	Райграс однолетний	<i>Lolium multiflorum</i>						• в междурядьях	• непродуктивен, если поздним летом вода в дефиците: не подходит для посева в междурядьях в теплое время года (напр. с ячменем)	• норма: 20-25 кг/га (рядовой посев); 30-35 кг/га (разбросной) • глубина: 1-1,5 см		• корм • биомасса	х	ПС	С		
Злаковые	Тритикале	<i>Triticosecale</i>							• предсказуемый цикл роста и развития по сравнению с вегетацией пшеницы)	• норма: 130 кг/га	• прерывание жизненного цикла: за 10 дней до следующей культуры или раньше, если есть проблемы с водой (особенно в ротации с кукурузой) • может быть трудно прервать жизненный цикл	• корм в смесях с бобовыми, измельченный (1,5-2,5 см) на силос. • биомасса			С (азот)		
Злаковые	Овес посевной	<i>Avena sativa</i>	П / Б 300	40-60	→ вымерзшая мульча]			• как осеннее растение-нянька, в междурядьях при низкой норме посева с зимующей бобовой культурой (напр. овес + вика мохнатая); или с культурами, сильно отличающимися по типу корня (напр. овес + <i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i> ). Овес обеспечивает покров для почвы между рядами пестуемой культуры до тех пор, пока она не начнет доминировать. • в чередовании: напр. с хлопчатником; или после летних бобовых в качестве уловителя азота • как подсевная культура: разбросать семена до уборки предыдущей культуры (напр. под сою в фазе пожелтения листьев или раннего их облетания) при наличии малого количества растительных остатков	• последующая культура не должны быть чувствительна к аллелопатическим соединениям овса: напр. подождать 3 недели перед высевом пшеницы	• норма: 70-110 кг/га (рядовой); 110-155 кг/га (разбросной) • глубина: 2-3 см • для быстрого прорастания, неглубокая заделка во влажную почву (или непосредственно перед дождями)	• дайте ему вымерзнуть или выпустите скот на осенний выпас • если не вымерзнет, прервите его жизненный цикл (напр. прикатать) в фазе тестообразной спелости или позже						
			П / Б	120-150		[апрель →	август]										
Злаковые	Овес песчаный	<i>Avena strigosa</i>	Б		→]				• диплоидный овес	• норма: 50-80 кг/га		• корм • биомасса	х	ПСА			
Злаковые	Просо обыкновенное	<i>Panicum miliaceum</i>	Б*	60-90		[→	]			• норма: 20-25 кг/га		• пища					
Злаковые	Молар	<i>Setaria italica</i>	Б*	короткий цикл		[май/июнь →	]	• в чередовании от уборки зерновой культуры до осени • в смеси: напр. с клевером			• вымерзает	• корм • биомасса			С		



Таблица III. Основные покровные культуры с особыми свойствами

	Характеристика покровных культур	Вид покровных культур
Цель	Глубокая корневая система (разрыхление почвы)	Сорго, райграс однолетний, редька масличная, дайкон, донник белый, рожь посевная, овес, бобы конские, чина шершавая
	Мочковатая корневая система (противодействие эрозии)	Рожь посевная, райграс однолетний, овес, пшеница, ячмень
	Сапрофиты (питание почвы/растений)	Редька масличная, дайкон, репа ( <i>Brassica rapa var. rapa</i> ), райграс однолетний, рожь посевная, овес, пшеница, сорго, гречиха, донник белый, чина шершавая, вига китайская, клевер луговой, вика мохнатая, люцерна
	Низкий баланс C/N (быстрый круговорот питательных веществ)	Чина шершавая, клевер луговой, донник белый, вика мохнатая, люцерна, соя
	Высокий баланс C/N (стойкий покров почвы)	Сорго, рожь посевная, райграс однолетний, тритикале, овес, пшеница, спельта, ячмень
	Низкая потребность в питательных веществах	Яровой ячмень, лен, гречиха, соя
	Средняя потребность в питательных веществах	Яровая пшеница, овес, рожь, озимый ячмень
	Высокая потребность в питательных веществах	Кукуруза, подсолнечник, рапс, озимая пшеница, спельта
	Подавление сорных растений	Вика мохнатая, тритикале, райграс однолетний, рожь посевная, овес, гречиха
	Высвобождение аллелопатических соединений (борьба с сорняками и болезнями)	Рожь посевная, редька масличная, дайкон, крестоцветные, овес, ячмень, гречиха, сорго, подсолнечник
	Привлечение полезных насекомых (борьба с вредителями)	Гречиха, фацелия, донник белый, клевер луговой
	Высокий выход растительных остатков	Кукуруза, тритикале, ячмень + вика мохнатая, пшеница, сорго
	Корм	Овес, редьки, репа, рожь посевная, райграс однолетний, сорго, ячмень, горох
	Растение-хозяин	Овес, рожь посевная, гречиха
Местообитание	Устойчивость к влажным почвам	Донник белый, клевер луговой, райграс однолетний, рожь посевная, пшеница, овес
	Холодостойкость	Рожь посевная, пшеница, спельта, тритикале, донник белый, чина шершавая, горчицы
	Жаростойкость и засухоустойчивость	Вига, вика мохнатая, маш, донник белый, сорго суданское, гречиха, ячмень, тритикале, рожь посевная, теф
	Нематицидные свойства	Сорго суданское, индигофера ( <i>Indigofera hirsuta</i> ), <i>Crotalaria spectabilis</i> , кроталария ситниковая, рапс, редьки
	Восприимчивость/привлечение вредителей и болезней	Райграс однолетний, рожь посевная, вика мохнатая, пшеница, овес
Агротехника	Хорошо подходят для начала ПРЗ	Редька масличная, дайкон, репа, сорго, тритикале
	Легко укореняются	Сорго, овес, рожь посевная, райграс однолетний, пшеница, ячмень, редька масличная, редька
	Вымерзшая мульча (культуры, которые должны как следует укорениться до вымерзания, чтобы оставить после себя достаточно биомассы и корневой массы, чтобы весной защитить и удержать на месте почву)	Горох, редька, овес,
	Пригодность для разбросного посева	Донник белый, клевер луговой, рожь посевная, райграс однолетний, редька масличная, дайкон, репа,
	Малозатратный уход	Редька масличная, дайкон, репа, овес, вига китайская
	Высокозатратный уход	Райграс однолетний, рожь посевная

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ЧЕРЕДОВАНИЕ И СЕВООБОРОТ НА ОСНОВЕ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР, ПОДХОДЯЩИЕ ДЛЯ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

В регионе покровные культуры теплого сезона можно выращивать примерно с мая до начала сентября. Как и любым другим культурам, для укоренения покровной культуры требуется влага. Проблема доступности и расхода почвенной влаги стоит особенно остро с июня по август.

В рамках стратегии, направленной на интенсификацию земледелия, подходящие для получения два урожая, однолетники летнего сезона должны быстро расти (например, гречиха, просо, сорго или вигна). Их можно выращивать в чередовании с культурами раннего посева.

Интервалы в холодный сезон случаются после уборки основной яровой культуры. Чтобы расширить окно, если эти интервалы слишком короткие, можно подсеивать покровные культуры под основную. Подсев особенно актуален для покровных культур, которые вымерзают в холодное время года: перед тем как вымерзнуть, покровные культуры долж-

ны нарастить достаточно биомассы и корневой массы, чтобы защитить почву и удержать ее на месте до следующей весны. Из таких растительных остатков получается отличная мульча, в которую весной легко производить посев.

Если покровная культура не вымерзает естественным путем, она сохраняет в живом виде до конца зимы, а весной возобновляет рост. В этом случае у фермеров должен быть на примете способ контроля (не обязательно связанный с прерыванием жизненного цикла) такой культуры до того, как она вступит в конкуренцию со следующей основной культурой.

Соображения относительно последовательности культур в ротации для разных задач/целей приведены во **Вставке 17**. Ряд примеров чередования и ротации культур, подходящих для условий Восточной Европы и Центральной Азии, приводятся в **Таблицах IV и V** соответственно.

**Вставка 17. Чередование культур в системах, основанных на использовании покровных культур**

Первое правило заключается в том, чтобы не оставлять почву незасеянной. Если вегетационный период слишком короткий, подсевайте вторую культуру под основную или выращивайте покровную культуру на мульчу (в этом случае она не обязательно должна завершить процесс вегетации и образовать семена).

Для оздоровления/обогащения почвы чередуйте:

- культуры с мелкой корневой системой и культуры с глубокой корневой системой;
- культуры с высокой биомассой корней и культуры с низкой биомассой корней;
- влаголюбивые культуры и культуры с более умеренным водопотреблением;
- аллелопатические культуры;
- культуры с высокой потребностью в питательных веществах и культуры со средней или низкой потребностью в питании;
- азотфиксирующие/сапрофитные культуры и культуры с высокой потребностью в азоте;
- бобовые, злаковые и крестоцветные. Злаковые культуры, посеянные вслед за бобовыми помогают накапливать ПОВ, возвращать в оборот питательные вещества, разрыхлять почву. Крестоцветные растения вслед за бобовыми помогают возвращать в оборот питательные вещества, разрыхлять почву, подавлять сорняки и болезни.

Для борьбы с сорняками и вредителями:

- Культуры, подавляющие сорняки, должны предшествовать медленно развивающимся культурам, которые более чувствительны к конкуренции со стороны сорняков. Культуру с низкой массой растительных остатков нельзя чередовать с культурой, обладающей этим же свойством.
- Включайте в севооборот растения с аллелопатическими ингибиторами, препятствующими прорастанию сорняков, при этом приняв меры к тому, чтобы спланировать сбалансированное чередование, в рамках которого не происходило бы накопления их природных химических токсинов, сдерживающих рост других культур.

Таблица IV. Примеры чередования культур в системах, использующих покровные культуры

Подходящая предшествующая культура	Основная культура	Подходящая последующая культура	Цель
Бобовые, редька масличная или дайкон, репа (не рожь – предотвратить появление самосевной ржи на посевах пшеницы трудно)	Озимая зерновая культура (напр. озимая пшеница, рожь посевная, райграс однолетний)	Чина шершавая	Азот
		Клевер луговой, донник белый, вика мохнатая	Азот
		Репа, редьки, райграс однолетний	Разрыхление почвы
		Репа, редьки	Повторный захват выщелоченных питательных веществ
		Рожь посевная, райграс однолетний, сорго суданское, овес, теф	Биомасса, корм
		Гречиха, вигна	Короткий период без полива
		Рожь посевная, гречиха, рапс, редьки	Борьба с сорняками и подавление болезней
	Яровая зерновая культура	Вигна, кроталярия	Азот
Чина шершавая, вика мохнатая, редька масличная или дайкон, клевер луговой или донник белый, редьки	Кукуруза	Озимая зерновая культура	Азот
Редька, рожь посевная	Бобовая Культура	Озимая зерновая культура; лен	Биомасса фитосанитарные свойства
Гречиха	Бобовые с высокой биомассой (напр. вика мохнатая, чина шершавая)	Кукуруза, лен	Азот



Таблица V. Примеры севооборотов на основе использования покровных культур, подходящих для условий Восточной Европы и Центральной Азии

Цель	Весна	Лето		Осень		Зима	Весна		Лето	Осень	Зима	Весна	
богара – долины	[ПШЕНИЦА / ЯЧМЕНЬ →	→ ]	[ГРЕЧИХА в долинах, где вегетативный период дольше / →	→ ]	[РОЖЬ ПОСЕВНАЯ + ВИКА МОХНАТАЯ + ЧИНА ШЕРШАВАЯ (N-питание, борьба с сорняками))	→ чина вымерзнет, вика мохнатая будет виться вверх по ржи, чтобы получить доступ к свету	→ ]	[РАПС / ЛЕН	→ ]	[ЧИНА ШЕРШАВАЯ →	→ (вымерзает)	→ вернуть растительные остатки]	
богара				[ВИКА МОХНАТАЯ (для перезимовки: укоренить ранней осенью до сильных заморозков) →		→	→ прервать жизненный цикл в начале сезона и вернуть растительные остатки (пополнение почвенной влаги)]		→ ]	[РОЖЬ ПОСЕВНАЯ + ЧИНА ШЕРШАВАЯ →	→ чина вымерзнет	→ вернуть растительные остатки]	
								[КУКУРУЗА, подсев под вику мохнатую →					
богара	[ДАЙКОН / ДАЙКОН + ФАЦЕЛИЯ + КОПЕЕЧНИК ВЕНЕЧНЫЙ + ВИКА + ГРЕЧИХА →	→ ]		[ПШЕНИЦА / ЯЧМЕНЬ / ЯЧМЕНЬ + ВИКА МОХНАТАЯ →		→	→ ]	[ЛЕН	→ ]	[ТРИТИКАЛЕ	→	→ ]	[БОБОВЫЕ (напр. маш, фасоль, нут, чечевица) → ]
орошение	[ВИГНА / ЧИНА ШЕРШАВАЯ (покров для почвы) →	→ убрать и вернуть растительные остатки (мульча)]		[РОЖЬ ПОСЕВНАЯ (борьба с сорняками) →		→	→ прервать жизненный цикл и вернуть остатки (N-питание)]	[ХЛОПЧАТНИК →	→ ]	[ВИКА МОХНАТАЯ (борьба с вредителями, N-питание) →	→	→ выращивать как можно дольше (максимальная N-фиксация), прервать жизненный цикл и вернуть остатки]	[ГРЕЧИХА]
орошение								[СОЯ / КВИНОА →	→ начало/середина сентября]			[ОВЕС + ДАЙКОН + ГОРОХ ПОСЕВНОЙ ранней осенью →	→ вымерзает
орошение – двойной урожай	[ОВЕС + ГОРОХ ПОСЕВНОЙ →	→ прервать жизненный цикл (напр. выкосить) после цветения для посева в начале лета (N-питание) ]	[СОЯ →] [РОЖЬ ПОСЕВНАЯ, подсев под сою →	→		→	[КУКУРУЗА →	→ ]	→ ]	[ВИКА МОХНАТАЯ поздней осенью →	→	→ она всходит и начинает расти]	
орошение - живая мульча	[ОВЕС →	→ ]		[КЛЕВЕР ПОЛЗУЧИЙ (борьба с трипсами, N-питание) →		→	→ ]		→ ]	[ПШЕНИЦА →	→	→ ]	
							[ХЛОПЧАТНИК произведите полосное рыхление рядков и оставьте расти покровную культуру между полосами / технология гребневого посева: подсевайте хлопчатник через 4 недели после ленточной обработки покровной культуры гербицидом →						
орошение – посев в междурядьях, двойной урожай и живая мульча	[РАПС + ГОРОХ ПОСЕВНОЙ →	→ ]		[ВИКА МОХНАТАЯ + ОВЕС (овес обеспечивает быстрый покров для почвы и удерживает снег, зимой помогающий защитить		→	→ уборка]	[ЧИНА ПОСЕВНАЯ →	→ ]	[ПШЕНИЦА →	→	→ ]	[КЛЕВЕР ЛУГОВОЙ, подсев в возобновившую рост пшеницу ранней весной → ]
N-питание	... ЛЮЦЕРНА/ ЭСПАРЦЕТ ранняя уборка или частичное подавление (гербицидом) после уборки] → ]  [КУКУРУЗА →	→ ]		[ВИКА МОХНАТАЯ + ОВЕС (овес обеспечивает быстрый покров для почвы и удерживает снег, зимой помогающий защитить		→ овес вымерзнет, и весной появится чистый стеблестой вики мохнатой	→ прервать жизненный цикл и вернуть остатки (N-питание)]	[САФЛОР	→ ]	[ДАЙКОН (N-сапрофит) →	→ вымерзает]	[ПШЕНИЦА]	



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4. РУКОВОДСТВО ФАО ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ И СОЦИАЛЬНОМУ УПРАВЛЕНИЮ – ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ 5 (E&SS5): БОРЬБА С ВРЕДИТЕЛЯМИ И ПЕСТИЦИДЫ

### Введение

1. E&SS5 определяет пестициды как любую субстанцию или смесь субстанций, состоящих из химических или биологических ингредиентов, которая предназначена для отпугивания, уничтожения или контролирования любых вредителей<sup>1</sup>, либо для регулирования развития растений.
2. E&SS5 признает, что пестициды могут внести свой вклад в эффективную защиту сельскохозяйственных культур и продовольствия в процессе их производства и хранения. Пестициды также используются в лесоводстве, сельскохозяйственном животноводстве и аквакультуре для противодействия вредителям и болезням. В то же самое время пестициды изначально созданы токсичными для живых организмов, намеренно рассеиваются в окружающую среду и применяются к сельскохозяйственным культурам пищевого назначения.
3. Стандарт признает, что непосредственный контакт с пестицидами подвергает риску тех людей, которые их используют, других людей, находящихся неподалеку, потребителей пищевых продуктов, а также окружающую среду. Часто этот риск повышается из-за чрезмерного или неправильного использования. Кроме того, во многих странах отсутствуют эффективные рычаги контроля, что еще больше усугубляет проблемы.

4. E&SS5 следует методическим указаниям по управлению жизненным циклом пестицидов, которые содержатся в Международном кодексе поведения в области распределения и использования пестицидов<sup>2</sup> и вспомогательных технических руководствах, разработанных экспертной комиссией ФАО/ВОЗ и разъясняющих смысл отдельных статей.

### Цели

Первоочередной целью является содействие развитию устойчивого сельского хозяйства путем Интегрированной защиты растений, снижение зависимости от пестицидов и предотвращение негативного воздействия пестицидов на здоровье и безопасность фермерских сообществ, потребителей и окружающей среды в течение жизненного цикла проекта и после его завершения. Пестициды могут быть частью этого. Если так, то их использование нужно поставить под пристальный контроль.

### Область применения

5. Применимость E&SS 5 определяется в процессе обследования окружающей среды и социальной среды; стандарт распространяется на любые виды деятельности при поддержке ФАО, которая предусматривает или облегчает использование или утилизацию пестицидов в любых объемах.

<sup>1</sup> «Вредитель» означает любой вид, штамм или биотип растения, животного или патогенного агента, наносящий вред растениям и растительным продуктам, материалам или окружающей среде, включая переносчиков паразитов или патогенных организмов – возбудителей болезней человека и животных, а также животных, создающих проблемы для здравоохранения.

<sup>2</sup> Международном кодексе поведения в области распределения и использования пестицидов, ФАО/ВОЗ 2014. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/CODE\\_2014Sep\\_ENG.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/CODE_2014Sep_ENG.pdf)

6. Сюда же относится использование субсидий, ваучерных схем или стимулов, направленных на обеспечение пестицидами, а также прямое обеспечение пестицидами и не прямое обеспечение ими в качестве средств для обработки семян и другого посадочного материала.
7. Стандарт применим к деятельности ФАО, которая косвенным образом может увеличить степень использования пестицидов, как, например, создание ирригационных схем, интенсификация растениеводства и т. п. ESS5 также должен применяться в случае любой деятельности, требующей использования пестицидов в проектах или работы с ними, даже если их поставка не осуществлялась в рамках проекта.

### Общие требования

8. ФАО способствует внедрению Интегрированной защиты растений (ИЗР) в качестве основного принципа устойчивого сельского хозяйства. ИЗР - это тщательный анализ всех существующих методов борьбы с вредителями и последующая интеграция подходящих мер, которые препятствуют развитию их популяций и удерживают пестициды и другие средства воздействия на экономически оправданных уровнях, снижающих или минимизирующих риски для здоровья человека, животных и/или окружающей среды. ИЗР делает упор на выращивание здорового урожая с минимальным ущербом для агроэкосистем и поощряет использование естественных механизмов борьбы с вредителями.

### План защиты растений

9. Если ожидается поставка или использования крупных объемов пестицидов, необходимо подготовить

План защиты растений (ПЗР), чтобы продемонстрировать, как будет применяться ИЗР для снижения зависимости от пестицидов и какие принимаются меры для сведения к минимуму рисков, связанных с использованием пестицидов. Такой ПЗР должен стать неотъемлемой частью плана экологических и социальных обязательств.

### Выбор пестицидов

10. Если после анализа имеющихся подходов ИЗР использование пестицидов будет сочтено оправданным, следует произвести обдуманный и информированный выбор пестицидных препаратов. Факторы, которые следует учитывать, включают опасности и риски для пользователей, избирательность и риски для нецелевых видов, продолжительность воздействия на окружающую среду, эффективность и вероятность развития или присутствия устойчивости у целевого организма. Требуется минимальный экологический и социальный анализ.
11. ФАО не ведет реестр разрешенных или запрещенных пестицидов, потому что выбор пестицида для его практического применения зависит от множества условий, специфичных для данной местности. Однако в соответствии с положениями Международного кодекса поведения в области распределения и использования пестицидов ФАО/ВОЗ и относящихся к данному вопросу многосторонних соглашений в области охраны окружающей среды, включающих пестициды, необходимо выполнить требования нижеследующего списка критериев с тем, чтобы тот или иной пестицид был рассмотрен для цели использования в проекте ФАО:



- а. Продукция должна быть зарегистрирована в стране использования или, если регистрации нет, иметь специальное разрешение от компетентного национального органа. Использование любого пестицида должно отвечать всем регистрационным требованиям, в том числе в отношении комбинации культуры и вредителя, для обработки которой он предназначен;
- б. Работа пользователей с такой продукцией не должна выходить за рамки приемлемых рисков. ФАО не поставляет пестициды, которые удовлетворяют критериям, установленным для «особо опасных пестицидов» (ООП)<sup>3</sup>. Пестициды, относящиеся к установленному ВОЗ уровню опасности класса 2 или к категории острой токсичности 3 по Согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ (СГС), могут поставляться только в том случае, когда нет альтернативных препаратов, представляющих меньшую опасность, и можно на-

глядно продемонстрировать, что пользователи соблюдают все необходимые меры предосторожности<sup>4</sup>;

- в. Предпочтение следует отдавать продукции, представляющей меньшую опасность, обладающей большей избирательностью и меньшей длительностью воздействия, а также менее опасным и более целенаправленным методам, требующим меньшего количества пестицидов;

При любой международной поставке пестицидов должны соблюдаться положения Роттердамской конвенции о процедуре предварительно обоснованного согласия (ПОС) в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле: <http://www.pic.int/Implementation/Pesticides>

### Поставка пестицидов из ФАО

12. ФАО предъявляет следующие требования ко всем пестицидам, поставляемым непосредственно из ФАО, а также к пестицидам других поставщиков, которые используются в рамках проектов ФАО:

<sup>3</sup> ВОЗ и ФАО перечислили следующие критерии для определения ООП:

- Формулы пестицидов, отвечающие критериям <b> классов Ia или Ib по Рекомендованной ВОЗ классификации пестицидов по уровню опасности ([www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard/en/index.html](http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html)); или
- Активные ингредиенты пестицидов и их формулы, отвечающие критериям канцерогенности Категорий 1A и 1B по Согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ (СГС); или
- Активные ингредиенты пестицидов и их формулы, отвечающие критериям мутагенности Категорий 1A и 1B по Согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ (СГС); или
- Активные ингредиенты пестицидов и их формулы, отвечающие критериям репродуктивной токсичности Категорий 1A и 1B по Согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ (СГС); или
- Активные ингредиенты пестицидов, перечисленные в Стокгольмской конвенции ([www.chm.pops.int](http://www.chm.pops.int)) в Приложениях A и B, а также отвечающие всем критериям параграфа 1 приложения D к Конвенции; или
- Активные ингредиенты пестицидов, перечисленные в Роттердамской конвенции ([www.pic.int](http://www.pic.int)) в Приложении III; или
- Пестициды, перечисленные в Монреальском протоколе ([www.ozone.unep.org/Ratification\\_status/montreal\\_protocol.shtml](http://www.ozone.unep.org/Ratification_status/montreal_protocol.shtml)); или
- Активные ингредиенты и формулы пестицидов, показавших высокую статистику серьезных или необратимых негативных последствий для здоровья человека или окружающей среды.

<sup>4</sup> Классификация уровней опасности касается состава продукции. Если в составе низкая концентрация активного ингредиента, то уровень опасности ниже, чем в случае высокой концентрации того же активного ингредиента. Рекомендованная ВОЗ классификация пестицидов по уровню опасности и методические указания к этой классификации ([http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard/en/](http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/)) распределяют техническую продукцию по категориям в зависимости от остроты пероральной и кожной токсичности. Сюда входит и таблица пересчета, позволяющая определять категорию опасности для состава того или иного пестицида. К 2008 г. этот реестр будет заменен Согласованной на глобальном уровне системой классификации и маркировки химических веществ, в которой помимо острой токсичности во внимание принимается хронические риски для здоровья и риски для окружающей среды ([http://www.unepce.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_welcome\\_e.html](http://www.unepce.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html)). Термин «состав пестицида» означает комбинацию различных ингредиентов, призванных сделать продукцию пригодной и эффективной для объявленной цели в той форме, в какой она приобретает пользователи. Термин «активный ингредиент» означает биологически активную часть пестицида.

- а. Продукция должна пройти все-стороннюю оценку рисков, что позволит принять адекватные меры к снижению рисков для здоровья и окружающей среды до приемлемых уровней.
  - б. Объемы поставок должны основываться на тщательной оценке фактических потребностей. Пестициды не должны поставляться как фиксированные компоненты пакета вложений в проекты, в рамках кредитных схем или в качестве помощи в чрезвычайных ситуациях.
  - в. Пестициды должны быть упакованы и маркированы в соответствии со стандартами ФАО. Маркировка должна быть на языке страны использования. Оставшаяся срок хранения должен быть достаточным, чтобы дать возможность использовать все пестициды до его истечения в период действия проекта (т. е. по завершении проекта не должно остаться никаких пестицидов с истекшим сроком действия).
  - г. Следует использовать надлежащее оборудование для внесения препарата<sup>5</sup> и индивидуальное защитное снаряжение, обеспечивающее адекватную защиту от тех пестицидов, которые предполагается применять. Если всего этого нет в наличии, оно должно предоставляться в рамках проекта.
  - д. Пользователи пестицидов должны получить соответствующую подготовку, что обеспечит им возможность правильно и ответственно обращаться с поставляемыми пестицидами.
  - е. Для всех поставок пестицидов следует обеспечить надлежащие условия их хранения в соответствии с методическими указаниями ФАО.
  - ж. Пустые контейнеры из-под пестицидов необходимо трижды промыть, проколоть и утилизировать экологически надежным способом в соответствии с методическими указаниями ФАО.<sup>6</sup>
13. Если пестициды закупают для обработки семян (в процессе хранения или перед посевом), следует соблюдать следующие дополнительные условия:
- а. Протравливание семян необходимо производить в специально оборудованном помещении, обеспечивающем надежную изоляцию пестицидов.
  - б. Работающих с оборудованием для протравливания семян следует обеспечить надлежащим оборудованием для этих целей и проинструктировать в отношении калибровки, эксплуатации и чистки такого оборудования.
  - в. Протравленные семена необходимо покрасить в непривычный цвет резких тонов, чтобы воспрепятствовать употреблению их в пищу.
  - г. Все пакеты с протравленными семенами должны быть четко маркированы фразой «Употреблять в пищу и на корм запрещается» и изображением черепа с перекрещенными костями, обозначающего яд.
  - д. Распределение или использование в поле таких протравленных семян должно сопровождаться информацией о том, что семена обработаны пестицидами, которые могут ока-

<sup>5</sup> <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/list-guide-new/en/>

<sup>6</sup> Методические указания по возможным вариантам утилизации пустых контейнеров из-под пестицидов. ФАО/ВОЗ, Рим/Женева. 2008. [текст на сайте: <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/pm/code/list-guide/en/>]

зять токсическое воздействие на здоровье пользователей и других людей, а также на окружающую среду. Пользователей следует проинструктировать в отношении необходимости работы в перчатках, респираторах и одежде, полностью закрывающей тело. Если перчаток и респираторов в наличии нет, их следует обеспечить.

- е. Упаковку из-под протравленных семян нельзя использовать повторно ни для каких целей.

### Утилизация

14. Проекты по утилизации пестицидов с истекшим сроком использования, протравленной пестицидами почвы и протравленных материалов должны осуществляться в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в Пособии ФАО по экологическому контролю просроченных пестицидов.<sup>7</sup>
15. Такие утилизационные проекты снижают риск путем устранения проблем с уничтожением опасных отходов, однако одновременно создают

факторы риска в процессе работы с опасными отходами и их перемещения. Такая деятельность должна сопровождаться соответствующими мерами, предусмотренными в Пособии, такими как оценка, контроль и снижение уровня риска.

### Ответственность

16. Во всех случаях, когда поставку пестицидов осуществляет ФАО, следует заранее установить, какое учреждение и какой именно сотрудник (сотрудники) данного учреждения, будет выполнять обязанности по правильному хранению, транспортировке, распределению и использованию такой продукции и нести за это ответственность в соответствии с требованиями стандарта E&SS5.
17. Поставки пестицидов из ФАО проходят процедуру получения внутренних разрешений, как предусмотрено Руководством к стандарту ESS. То же самое относится и к содержанию Планов защиты растений.

<sup>7</sup> <http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/>

## ГЛОССАРИЙ

Аллелопатия	Это форма естественной конкуренции растений в природе через процесс влияния растений друг на друга с помощью выделяемых ими физиологически активных химических веществ.
Водостойкие агрегаты	Агрегаты, способные выдержать высушивание на воздухе и быстрое погружение в воду перед просеиванием.
Гипсование почв	<p>Применяемое в сельскохозяйственных целях внесение в почву гипса. Эта процедура позволяет удалить из почвы избыток обменного натрия, отрицательно влияющего в первую очередь на физические свойства почвы. Гипсование является одним из способов химической мелиорации солонцов и солонцеватых почв.</p> <p>В результате гипсования натрий, растворённый в почве, замещается кальцием. В итоге улучшаются физические, физико-химические и биологические свойства почвы, что благоприятно сказывается на её плодородии.</p>
Известкование почв	Метод химической мелиорации кислых почв, заключающийся во внесении в них известковых удобрений: кальцита, доломита, известняка, отходов сахарного производства, гашёной извести и т. д. Эффект известкования основан на замещении в почвенно-поглощающем комплексе ионов водорода и алюминия на содержащиеся в удобрении кальций или магний. Соли натрия для известкования непригодны, так как в результате ухудшаются физические свойства почвы. Также непригодны кальциевые соли сильных кислот, например гипс, которые напротив приводят к подкислению почвы.
Интенсивный севооборот	Севооборот, характеризующийся большой плотностью в пространстве и времени видов, производящих растительные остатки в больших количествах и обеспечивающих постоянное укрытие поверхности почвы для устранения разницы между влажным и засушливым периодами.
Микориза	Симбиоз гриба и корней сосудистого растения. В мутуалистических ассоциациях гриб образует колонии на корнях растения-хозяина, чтобы иметь сравнительно постоянный и непосредственный доступ к углеводам. В свою очередь, растение получает преимущество от того, что мицелий обладает повышенной способностью поглощать воду и минеральные питательные вещества.



Способность катионного обмена	Участки, где происходит обмен в почве – это отрицательно заряженные участки на частицах глины, которые притягивают и удерживают катионы элементов. Это позволяет оценить запасы питательных веществ в почве, измеряемые в миллиэквивалентах на 100 г почвы (м эк/100 г), т.е. миллиэквивалентов катионов, адсорбированных ста граммами высушенной в печи почвы.
Разнос пестицида при опрыскивании	Разнос (дрифт) мелких частиц (капель) пестициды ветром на нецелевые объекты при опрыскивании.
Процентная насыщенность основаниями	Количество основных катионов в почвенных центрах обмена по отношению к общему количеству центров. При 100% насыщенности основаниями наивысшее значение рН приближается к 7,6. Поэтому благоприятная насыщенность основаниями достигается, если рН почвы поддерживается на уровне, близком к нейтральному.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **В.В. Пасечник**, Биология: Бактерии. Грибы. Растения. – М.: Дрофа, 2014. – 150 с.
2. **Amossé C., Celette F., Jeuffroy M. H., David C.**, 2013. Association relais blé / légumineuse fourragère en système céréalier biologique : une réponse pour le contrôle des adventices et la nutrition azotée des cultures. *Innovations Agronomiques* 32, 21-33.
3. **Aziz Nurbekov, Amir Kassam, Dossymbek Sydyk, Zokhidjon Ziyadullaev, Imran Jumshudov, Hafiz Muminjanov, David Feindel, Jozef Turok**, 2016. Practice of Conservation Agriculture in Azerbaijan, Kazakhstan and Uzbekistan. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Ankara.
4. **Friedrich T., Derpsch R. and Kassam A.**, 2012. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. In “Reconciling Poverty Eradication and Protection of the Environment.” Field Actions Science Reports. Special Issue 6. <http://factsreports.revues.org/1941>
5. **Haddad N, Piggin C, Haddad A, Khalil Y.**, 2013. Conservation Agriculture in West Asia. In: ‘Conservation agriculture: global prospects and challenges.’ Eds. Ram A. Jat, Kanwar L. Sahrawat, Amir Kassam. CAB International pp. 248-262.
6. **Henry D.C., Mullen R.W., Dygert C.E., Diedrick K.A., Sundermeier A.**, 2010. Nitrogen contribution from red clover for corn following wheat in Western Ohio. *Agron. J.* 102, 210-215.
7. **Hesterman O.B., Griffin T.S., Williams P.T., Harris G.H., Christenson D.R.**, 1992. Forage legume-small grain intercrops: nitrogen production and response of subsequent corn. *J. Prod. Agric.* 5, 340-348.
8. **Hiltbrunner J., Liedgens M., Bloch L., Stamp P., Streit B.**, 2007. Legume cover crops as living mulches for winter wheat: Components of biomass and the control of weeds. *Eur. J. Agron.* 26, 21-29.
9. **Høgh-Jensen H., Schjoerring J.K.**, 2001. Rhizodeposition of nitrogen by red clover, white clover and ryegrass leys. *Soil Biol. Biochem.* 33, 439-448.
10. **Kenneth J. Eck, Darrell E. Brown, Andrew B. Brown.** Managing Crop Residue with Farm Machinery. Purdue University Cooperative Extension Service.
11. **Kruidhof H.M., Bastiaans L., Kropff M.J.**, 2008. Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Res.* 48, 492-502.
12. **Loss S, Haddad A, Khalil Y, Alrijabo A, Feindel D, Piggin C.**, 2014. Evolution and Adoption of Conservation Agriculture in the Middle East. In ‘Conservation Agriculture’ Eds. Farooq M, Siddique KHM. Springer Science.
13. **Lucien Seguy, Olivier Husson, Hubert Charpentier, Serge Bouzinac, Roger Michellon, André Chabanne, Stéphane Boulakia, Florent Tivet, Krishna Naudin, Frank Enjalric, Stéphane Chabierski, Pierson Rakotondralambo, Ignace Ramaroson, Rakotondramanana.** Princípios, funcionamento e gestão de ecossistemas cultivados em plantio direto sobre cobertura vegetal permanente. CIRAD, GSDM, TAFE.
14. **Mary B., Beaudoin N., Justes E., Machet J.M.**, 1999. Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soil using a simple dynamic model. *Eur. J. Soil Sci.* 50, 549-566.
15. **Mazzoncini M., Bàrberi P., Cerrai D., Rinaudo V., Belloni P.**, 2004. Effects of green manure on soil nitrogen availability and crop productivity in a Mediterranean organic farming system. In: Wöhrle, N., Scheurer, M. (Eds.), Eurosoil 2004, Freiburg, Germany, p. 9.
16. Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra, Australia.
17. **Miguel A. Altieri and Clara I. Nicholls, Marlene A. Fritz**, 2014. Manage insects on your farm – A Guide to Ecological Strategies. Handbook series book 7. Mirsky S.B., Gallandt E.R., Mortensen D.A., Curran W.S., Shumway D.L., 2010. Reducing the germinable weed seedbank with soil disturbance and cover crops. *Weed Res.* 50, 341-352.

18. **Mutch D.R., Martin T.E., Kosola K.R.**, 2003. Red clover (*Trifolium pratense*) suppression of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technol.* 17, 181-185.
19. **Nele Verhulst, Isabelle François, Bram Govaerts.** Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? CIMMYT Olesen J.E., Askegaard M., Rasmussen, I.A., 2009. Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. *Eur. J. Agron.* 30, 119-128.
20. **Robson M.C., Fowler S.M., Lampkin N.H., Leifert, C., Leitch M., Robinson D., Watson C.A., Litterick A.M.**, 2002. The agronomic and economic potential of break crops for ley/arable rotations in temperate organic agriculture. *Adv. Agron.* 77, 369-427.
21. **Sheaffer C.C., Seguin P.**, 2003. Forage legumes for sustainable cropping systems. *J. CropProd.* 8, 187-216.
22. **Shili-Touzi I., De Tourdonnet S., Launay M., Dore T.**, 2010. Does intercropping winter wheat (*Triticum aestivum*) with red fescue (*Festuca rubra*) as a cover crop improve agronomic and environmental performance? A modeling approach. *Field Crop. Res.* 116, 218-229.
23. **Stephen Loss, Atef Haddad, Jack Desbiolles, Harun Cicek, Yaseen Khalil, Colin Piggin.** The Practical Implementation of Conservation Agriculture. ICARDA, Australian Center for International Agricultural Research.
24. **Stinner B.R. and House G.J.**, 1990 Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. *Annual Review of Entomology*, 35, 299-318.
25. **Teasdale J.R., Brandsæter L.O., Cavigliari A., Skora Neto F.**, 2007. Cover Crops and Weed Management. In: Upadhyaya, M.K., Blackshaw, R.E. (Eds.), *Non-chemical weed management: principles, concepts and technology*. CABI, Wallingford, United Kingdom, pp. 49-64.
26. **Thiessen Martens J.R., Hoepfner J.W., Entz M.H.**, 2001. Legume cover crops with winter cereals in Southern Manitoba: Establishment, productivity, and microclimate effects. *Agron. J.* 93, 1086-1096. Turner R.J., Davies G., Moore H., Grundy A.C., Mead A., 2007. Organic weed management: A review of the current UK farmer perspective. *Crop Prot.* 26, 377-382.
27. **Vyn T.J., Faber J.G., Janovicek K.J., Beauchamp E.G.**, 2000. Cover crop effects on nitrogen availability to corn following wheat. *Agron. J.* 92, 915-924.
28. **Wei D., Liping C., Zhijun M., Guangwei W., Ruirui Z.**, 2010. Review of non-chemical weed management for green agriculture. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 3, 52-60.

## **ПОЧВОЗАЩИТНОЕ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**

Учебное пособие для консультантов по распространению  
сельскохозяйственных знаний и фермеров  
в Восточной Европе и Центральной Азии

Автор:  
**Сандра Корси**

Корректор:  
**Татьяна Семенова**

Верстка и дизайн:  
**Тимур Мадibaев**

Формат 210x297 мм.  
Гарнитуры «Ехo 2, Minion Pro, Myriad Pro».  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Тираж 500  
Заказ №020-2017







ISBN 978-92-5-409740-0



9 789254 097400

I7154RU/1/04.17