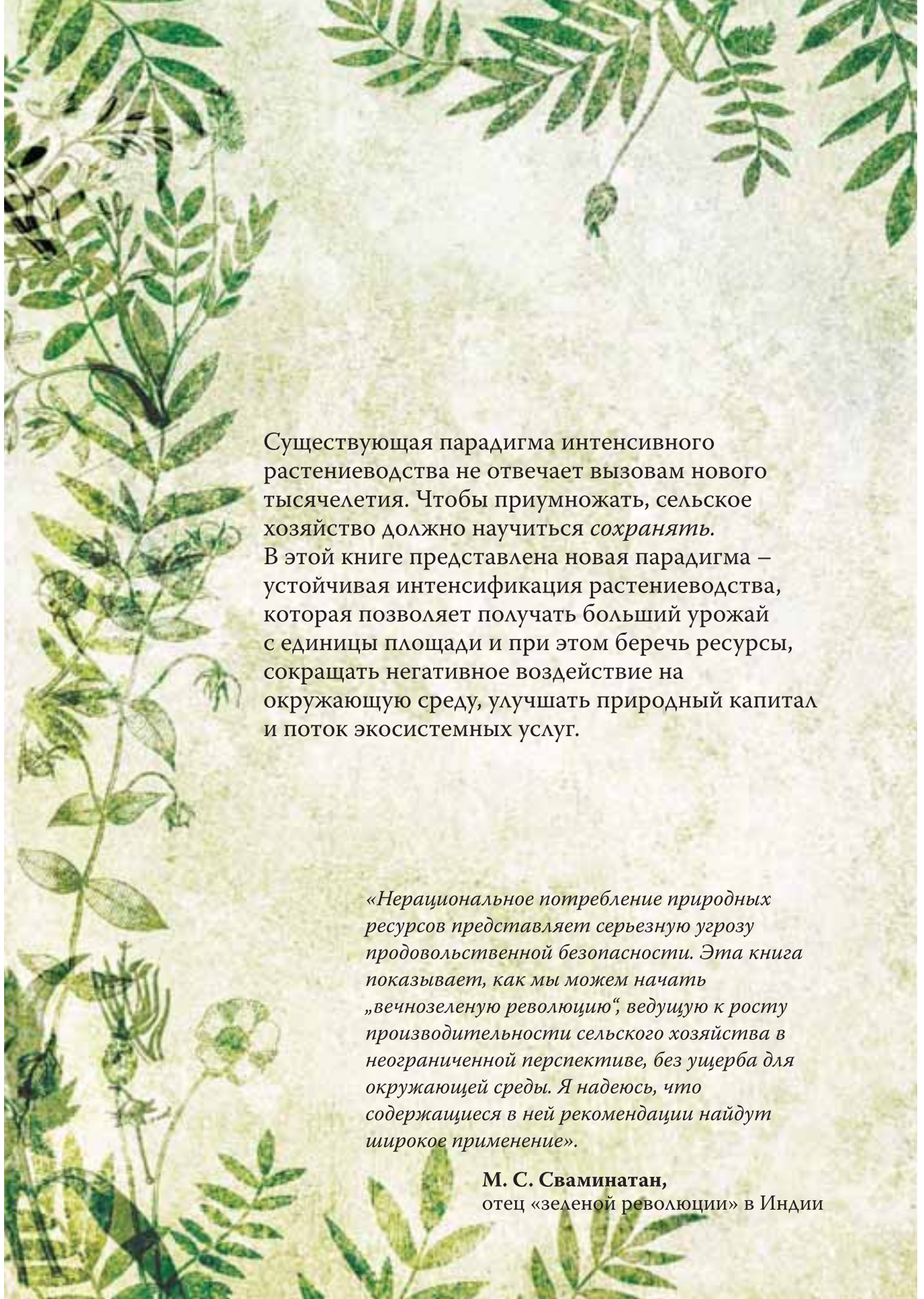




СОХРАНИТЬ И ПРИУМНОЖИТЬ

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ПОЛИТИКОВ
ПО УСТОЙЧИВОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА
В МЕЛКИХ ХОЗЯЙСТВАХ





Существующая парадигма интенсивного растениеводства не отвечает вызовам нового тысячелетия. Чтобы приумножать, сельское хозяйство должно научиться *сохранять*. В этой книге представлена новая парадигма – устойчивая интенсификация растениеводства, которая позволяет получать больший урожай с единицы площади и при этом беречь ресурсы, сокращать негативное воздействие на окружающую среду, улучшать природный капитал и поток экосистемных услуг.

«Нерациональное потребление природных ресурсов представляет серьезную угрозу продовольственной безопасности. Эта книга показывает, как мы можем начать „вечнозеленую революцию“, ведущую к росту производительности сельского хозяйства в неограниченной перспективе, без ущерба для окружающей среды. Я надеюсь, что содержащиеся в ней рекомендации найдут широкое применение».

М. С. Сваминатан,
отец «зеленой революции» в Индии



Сохранить и приумножить

Руководство для политиков
по устойчивой интенсификации растениеводства
в мелких хозяйствах

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ
Рим, 2011 год

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.

ISBN 978-92-5-406871-4

Все права защищены. ФАО поощряет тиражирование и распространение материалов, содержащихся в настоящем информационном продукте. Разрешается их бесплатное использование в некоммерческих целях по представлению соответствующего запроса. За тиражирование в целях перепродажи или в других коммерческих целях, включая образовательные, может взиматься плата. Заявки на получение разрешения на тиражирование или распространение материалов ФАО, защищенных авторским правом, а также все другие запросы, касающиеся прав и лицензий, следует направлять по электронной почте по адресу: copyright@fao.org или на имя начальника Подотдела издательской политики и поддержки Управления по обмену знаниями, исследованиям и распространению опыта по адресу: Chief, Publishing Policy and Support Branch, Office of Knowledge Exchange, Research and Extension, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Предисловие

«Зеленая революция» в сельском хозяйстве, получившая широкое распространение в большей части развивающегося мира в 1960-е годы, по оценкам, позволила спасти от голода один миллиард человек. Благодаря использованию высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, ирригации, агрохимикатов и современных технологий управления, в период с 1961 по 2000 годы фермеры в развивающихся странах смогли повысить производительность с 800 млн. тонн до более чем 2,2 млрд. тонн. Интенсивное растениеводство позволило сократить число недоедающих, стимулировать развитие в сельских районах и не допустить, чтобы разрушение естественных экосистем привело к экстенсивному ведению сельского хозяйства. Но за эти достижения пришлось заплатить высокую цену. Во многих странах десятилетия интенсивного растениеводства привели к деградации плодородных земель и истощению подземных вод, спровоцировали резкий рост численности сельскохозяйственных вредителей, нанесли урон биоразнообразию, стали причиной загрязнения воздуха, почвы и воды. Учитывая, что к 2050 году население Земли достигнет по прогнозам 9,2 млрд. человек, у нас не остается другого выбора, кроме как повышать интенсивность растениеводства. Однако темпы роста урожайности основных зерновых культур снижаются, а фермеры сталкиваются с беспрецедентными, отчасти пересекающимися проблемами: рост конкуренции за землю и воду, рост цен на топливо и удобрения, последствия изменения климата.

Существующая парадигма интенсивного растениеводства не отвечает вызовам нового тысячелетия. Чтобы приумножать, сельское хозяйство должно научиться *сохранять*. Возьмем для примера скрытые затраты, связанные с многократной вспашкой. Из-за разрыхления почвы интенсивная обработка приводит к потере питательных веществ, влаги и производительности. Многие фермеры могли бы сэкономить природные ресурсы, время и деньги, если бы использовали почвозащитные методы ведения сельского хозяйства, при которых сводится к минимуму обработка почвы, защищается пахотный слой, зерновые культуры чередуются с обогащающими почву бобовыми. Эти простые приемы позволяют сократить потребность сельскохозяйственных культур в воде на 30%, а энергозатраты на их выращивание – на 60%. В ходе их испытаний в Южной Африке урожай кукурузы удалось увеличить в шесть раз. Сочетая почвозащитные методы ведения сельского хозяйства с прецизионным орошением, можно получить более высокий урожай при меньшем расходе воды. Фермеры могут сократить потребность в удобрениях посредством их точного внесения, позволяющего вдвое повысить количество питательных веществ, получаемых растениями. При разумном применении инсектицидов можно сохранить естественных врагов сельскохозяйственных вредителей и не дать вредителям выработать устойчивость к инсектицидам. Благодаря экономии на агрохимикатах и созданию здоровых агроэкосистем семейные фермерские хозяйства с низким доходом в развивающихся странах – около 2,5 млрд. человек – смогут повысить урожайность и инвестировать полученные сбережения в услуги здравоохранения и образование.

Эта новая парадигма сельского хозяйства – устойчивая интенсификация растениеводства (УИР) – может быть передана двумя словами «сохранить и приумножить». Устойчивая интенсификация означает обеспечение производительности сельского хозяйства при сохранении и улучшении природных ресурсов. При этом используется экосистемный подход, в основе которого лежит участие природы в выращивании сельскохозяйственных культур – органическое вещество почвы, регулирование водотоков, опыление и естественные враги сельскохозяйственных вредителей – и применяются необходимые внешние факторы производства в нужное время и в нужном количестве. Сельскохозяйственные системы, действующие по принципу «сохранить и приумножить», обеспечивают доказанную производительность, экономические и экологические выгоды. Анализ развития сельского хозяйства в 57 странах с низким доходом показал, что экосистемное сельское хозяйство привело к повышению урожайности в среднем почти на 80 процентов. Почвозащитные методы ведения сельского хозяйства, применяемые на площади более 100 млн. га во всем мире, способствуют смягчению воздействия изменения климата путем связывания в почве миллионов тонн углерода в год.

УИР представляет собой качественный сдвиг от однородной модели растениеводства к основанным на знаниях, часто привязанным к определенной местности системам ведения сельского хозяйства. Ее применение потребует серьезной поддержки фермеров при тестировании новых методов и адаптировании технологий. Правительствам нужно будет поддерживать национальные программы по сохранению генетических ресурсов растений, селекции и распространению семян, чтобы обеспечить широкое использование сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к изменению климата и более эффективно использующих питательные вещества, воду и потребляемые факторы производства. Кардинальные изменения также необходимы в стратегиях развития сельского хозяйства. Директивные органы и политики должны использовать стимулы для принятия УИР, вознаграждая хорошее управление агроэкосистемами. Развитые страны должны поддерживать устойчивую интенсификацию путем значительного увеличения потока внешней помощи и инвестирования в сельское хозяйство стран развивающегося мира.

Устойчивая интенсификация растениеводства – одна из стратегических задач ФАО. Наша цель на следующие 15 лет – помочь развивающимся странам внедрить политику и концепцию «сохранения и приумножения». Эта книга предлагает ряд легко адаптируемых систем ведения сельского хозяйства, технологий и практических методов. В ней рассматриваются политические и институциональные меры, способствующие широкомасштабному внедрению УИР.

 **Жак Диуф**
Генеральный директор
Продовольственная и сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Содержание

Предисловие	iii
Выражение признательности	vi
Обзор	vii
<i>Глава 1: Проблема</i>	1
<i>Глава 2: Системы ведения сельского хозяйства</i>	15
<i>Глава 3: Здоровье почвы</i>	27
<i>Глава 4: Культуры и сорта</i>	39
<i>Глава 5: Управление водными ресурсами</i>	51
<i>Глава 6: Защита растений</i>	65
<i>Глава 7: Стратегии и организационные меры</i>	77
Список литературы	95
Список сокращений	102

Выражение признательности

Эта книга создана под редакцией директора Отдела растениеводства и защиты растений ФАО Шиваджи Пандея. Руководство осуществлялось руководящим комитетом и технической консультативной группой. Окончательное техническое редактирование: Мангала Рай (Президент Национальной академии сельскохозяйственных наук, Индия), Тимоти Ривз (бывший Генеральный директор Международного центра улучшения кукурузы и пшеницы) и Шиваджи Пандей.

Авторы

Ведущие авторы:

Линда Коллетт (ФАО), Тоби Ходжкин («Байоверсити Интернэшнл»), Амир Кассам (Редингский университет, СК), Питер Кенмор (ФАО), Лесли Липпер (ФАО), Кристиан Нольте (ФАО), Костас Стамулис (ФАО), Паскуале Стедуто (ФАО)

Соавторы:

Мануэла Альяра (ФАО), Дойл Бейкер (ФАО), Хасан Болкан («Кэмпбелл суп кампани», США), Джейкоб Бёрк (ФАО), Ромина Каватасси (ФАО), Марк Л. Дэвис (ФАО), Хартвиг Де Хен (Гёттингенский университет, Германия), Жоао Карлуш ди Мораиш Са (Государственный университет в г. Понта-Гроса, Бразилия), Марйон Фредрикс (ФАО), Теодор Фридрих (ФАО), Каколи Гош (ФАО), Хорхе Хендрикс (ФАО/МАГАТЭ), Барбара Херрен (ФАО), Франческа Манчини (ФАО), Филипп Микос (Европейская комиссия), Томас Осборн (ФАО), Жюль Претти (Эссекский университет, СК), Дэвид Рэдклифф (Европейская комиссия), Тимоти Ривз («Тимоти Дж. Ривз энд ассошиэйтс Пи/Эл», Австралия), Майк Робсон (ФАО), Амит МЦРУ, Фрэнсис Шэксон (Ассоциация тропического земледелия, СК), Хью Таррел (RPF P/L, Австралия), Гарри Ван дер Вульп (ФАО)

Руководящий комитет

Председатель: Шиваджи Пандей (ФАО)
Родни Кук (МФСР), Деннис Гэррити (ИКРАФ), Тоби Ходжкин («Байоверсити Интернэшнл»), Филипп Микос (Европейская комиссия), Мохаммад Сайед Нури Найини (Иран), Тимоти Ривз («Тимоти Дж. Ривз энд ассошиэйтс Пи/Эл», Австралия), Амит Рой (МЦРУ), М. С. Свамнатан (Исследовательский фонд имени М. С. Свамнатана, Индия)

Техническая консультативная группа

Хасан Болкан («Кэмпбелл суп кампани», США), Анн-Мари Изак («Альянс за будущий урожай», Франция), Луиза Джексон (Калифорнийский университет в Дэвисе, США), Дженис Джиггинс (Вагенингенский университет и исследовательский центр, Нидерланды), Патрик Малвени («Интермидиэт текнолоджи дивелопмент груп», Великобритания), Уэйн Пауэлл (Аберистутский университет, Великобритания), Джесси Сайнс Бинамира (Министерство сельского хозяйства, Филиппины), Боб Уотсон (Университет Восточной Англии, Великобритания)

Обзор

1. Проблема

Чтобы накормить население Земли, у нас не остается другого выбора, кроме интенсификации растениеводства. Однако фермеры сталкиваются с беспрецедентными трудностями. Чтобы приумножить, сельское хозяйство должно научиться сохранять.

«Зеленая революция» привела к значительному росту производства продовольствия и повышению мировой продовольственной безопасности. В то же время во многих странах интенсификация земледелия истощила сельскохозяйственную базу природных ресурсов и поставила под угрозу производительность сельского хозяйства в будущем. И тем не менее, чтобы удовлетворить прогнозируемое увеличение спроса в течение следующих 40 лет, фермерам в развивающихся странах необходимо удвоить производство продовольствия – задача, которую еще более усложняет комплексное действие таких факторов, как изменение климата и рост конкуренции за землю, воду и энергию. В этой книге представлена новая парадигма – устойчивая интенсификация растениеводства (УИР), которая позволяет получать больший урожай с единицы площади и при этом беречь ресурсы, сокращать негативное воздействие на окружающую среду, улучшать природный капитал и поток экосистемных услуг.

2. Системы ведения сельского хозяйства

Интенсификация растениеводства будет основана на фермерских системах, обеспечивающих ряд производственных, социально-экономических и экологических преимуществ для производителей и общества в целом.

Экосистемный подход к растениеводству обеспечивает восстановление и поддерживает здоровье сельскохозяйственных угодий. Сельскохозяйственные системы для УИР будут построены на почвозащитных методах ведения сельского хозяйства, использовании семян адаптированных высокоурожайных сортов, комплексных методах борьбы с вредителями, питании растений, основанном на здоровье почвы, эффективном управлении водными ресурсами и интеграции сельскохозяйственных культур, пастбищ, деревьев и животных. Устойчивые системы производства по своей природе динамичны: они должны предоставлять фермерам возможность выбирать из множества возможных комбинаций практических методов необходимые и приспосабливать их к местным условиям производства и ограничениям. Такие системы

требуют знаний. Политика УИР должна предусматривать наращивание потенциала благодаря использованию систем распространения знаний, таких как школы обучения фермеров, и содействию местному производству специальных сельскохозяйственных инструментов.

3. Здоровье почвы

Сельское хозяйство должно в прямом смысле слова вернуться к корням, заново открыв для себя важность здоровой почвы, использования естественных источников питания растений и разумного применения минеральных удобрений.

Богатые биотой и органическим веществом почвы являются основой для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Самых высоких урожаев удастся достичь, когда растения получают питательные вещества из сочетания минеральных удобрений и естественных источников, таких как навоз и азот, связанный в почве азотфиксирующими растениями и деревьями. Осмотрительное использование минеральных удобрений экономит деньги и гарантирует, что питательные вещества достигнут растений и не загрязнят воздух, почву и водотоки. Стратегии содействия здоровью почвы должны поощрять почвозащитные методы ведения сельского хозяйства, сочетание растениеводства с животноводством и агролесоводческие системы, которые повышают плодородие почвы. Таким стратегиям следует отказываться от программ стимулирования, поощряющих механическую обработку почвы и расточительное использование удобрений, и внедрять в фермерские хозяйства точные подходы к ведению хозяйства, такие как глубокое внесение мочевины и системы управления питанием растений с учетом местных условий.

4. Культуры и сорта

Фермерам потребуется генетически разнообразный ассортимент улучшенных сортов сельскохозяйственных культур, которые подходят к различным агроэкосистемам и методам ведения хозяйства и устойчивы к изменению климата.

Около 50 процентов роста урожайности, достигнутого за последние десятилетия, обеспечили генетически улучшенные сорта зерновых. Таких же результатов должны в будущем добиться селекционеры. Однако своевременное снабжение фермеров высокоурожайными сортами требует значительных усовершенствований системы, которая связывает в единое целое коллекции растений, предназначенных для использования в программах по выведению, улучшению или сохранению сортов, селекцию и снабжение семенами. За последнее столетие было

утрачено около 75 процентов генетических ресурсов растений (ГРР), и треть сегодняшнего разнообразия может исчезнуть к 2050 году. Крайне важно увеличивать поддержку сбору, сохранению и использованию ГРР. Не менее важно финансирование, необходимое, чтобы оживить государственные программы селекции. Политика должна помогать соединить официальные и фермерские системы семеноводства и стимулировать создание местных семеноводческих предприятий.

5. Управление водными ресурсами

Для устойчивой интенсификации необходимы более рациональные, прецизионные ирригационные технологии и сельскохозяйственные методы с использованием экосистемного подхода к сбережению воды.

Конкуренция за использование воды между городами и промышленностью, с одной стороны, и сельским хозяйством, с другой, чрезвычайно остра. Орошение, несмотря на его высокую производительность, испытывает растущее давление требований уменьшить свое воздействие на окружающую среду, включающее засоление почв и нитратное загрязнение водных горизонтов. Основанное на знаниях прецизионное орошение, обеспечивающее надежный и легко приспособляемый к обстановке способ внесения воды, наряду с ограниченным орошением и использованием сточных вод станут платформой для устойчивой интенсификации. Потребуется меры для ликвидации вредных субсидий, поощряющих фермеров расточительно использовать воду. В зонах богарного земледелия изменение климата угрожает миллионам мелких хозяйств. Повышение продуктивности богарного земледелия будет зависеть от использования улучшенных, засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных растений и водосберегающих методов управления.

6. Защита растений

Пестициды уничтожают как самих вредителей, так и их естественных врагов, и злоупотребление пестицидами может нанести вред фермерам, потребителям и окружающей среде. Первая линия обороны – здоровые экосистемы.

В хорошо управляемых системах фермерского хозяйства потери урожая из-за насекомых-вредителей часто удается свести к приемлемому минимуму благодаря культивированию устойчивых сортов, сохранению естественных врагов вредителей и управлению уровнем питательных веществ в почве с тем, чтобы снизить размножение вредителей. Рекомендуемые меры против болезней включают использование чистого посадочного материала, чередование культур для подавления патогенов и

уничтожение зараженных растений. Эффективная борьба с сорняками требует своевременной ручной прополки, сведения до минимума механической обработки земли и удаления растительных остатков с поверхности почвы. При необходимости использования пестицидов следует адресно применять синтетические пестициды, представляющие небольшой риск для окружающей среды, в надлежащем количестве и в надлежащие сроки. Комплексную борьбу с вредителями можно внедрять с помощью школ обучения фермеров, местного производства агентов биологического контроля, жесткого регулирования применения пестицидов и отмены субсидий на пестициды.

7. Стратегии и организационные меры

Для поощрения мелких хозяйств к внедрению устойчивой интенсификации растениеводства необходимы кардинальные изменения в политике и институтах сельскохозяйственного развития.

Прежде всего, сельское хозяйство должно быть прибыльным, чтобы мелкие владельцы могли позволить себе использовать потребляемые факторы производства и быть уверенными в том, что они получают разумную цену за свой урожай. Одни страны защищают фермерские доходы, устанавливая минимальные цены на сырьевые товары, другие используют «умные субсидии» на потребляемые факторы в качестве средства стимулирования производителей с низким доходом. Директивным органам также нужно разработать меры, поощряющие мелких фермеров рационально использовать природные ресурсы (например, посредством платежей за экологические услуги и введением политики в области землепользования, которая давала бы фермерам право получать выгоду от прироста стоимости природного капитала) и уменьшающие операционные издержки доступа к кредитам, срочно необходимым для инвестиций. Во многих странах требуется выработка законодательства, которое бы защищало фермеров от недобросовестных продавцов низкосортных семян и других потребляемых факторов. Потребуется значительные инвестиции, чтобы восстановить потенциал научных исследований и передачи технологий в развивающихся странах с тем, чтобы снабжать фермеров соответствующими технологиями и повышать их квалификацию в школах обучения фермеров.



Глава 1

Проблема

*Чтобы накормить население Земли,
у нас не остается другого выбора, кроме
интенсификации растениеводства.
Однако фермеры сталкиваются
с беспрецедентными трудностями.
Чтобы приумножить, сельское хозяйство
должно научиться сохранять.*

Историю сельского хозяйства можно представить как долгий процесс его интенсификации¹, по мере того как общество старалось удовлетворить свои постоянно растущие потребности в продовольствии, фураже и растительных волокнах, повышая урожайность растений. Тысячелетиями земледельцы отбирали для культивации растения, которые приносили более высокий урожай и были более засухо- и болезнеустойчивыми, разбивали террасы на склонах, чтобы сберечь почву, и рыли каналы для полива своих полей, заменяли простые мотыги плугами на воловьей тяге и использовали навоз в качестве удобрения и серу как средство против вредителей.

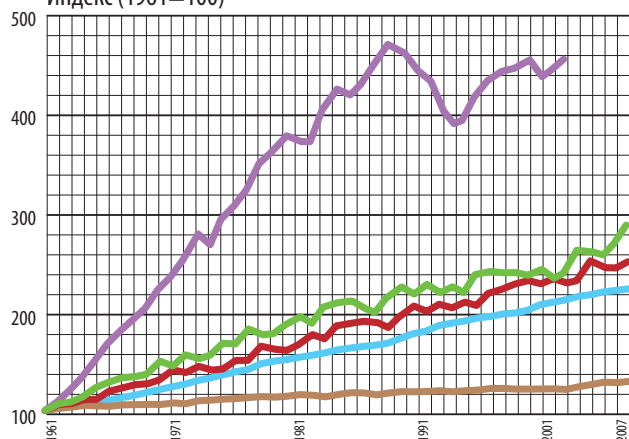
Интенсификация сельского хозяйства в XX веке представляла собой сдвиг парадигмы от традиционных систем сельскохозяйственного производства, основывавшихся большей частью на управлении природными ресурсами и экосистемными услугами, к применению в растениеводстве достижений современной биохимии и инженерной техники. Следуя той же модели, что уже революционизировала производство, сельское хозяйство в промышленно развитых странах взяло на вооружение механизацию, стандартизацию, трудосберегающие технологии и использование химических продуктов для удобрения и защиты сельскохозяйственных культур. Огромный рост производительности был достигнут благодаря использованию тяжелой сельскохозяйственной техники и оборудования, работающих на ископаемом топливе, интенсивной обработки почвы, высокоурожайных сортов растений, орошения, использованию других ресурсов той или иной степени переработки, и постоянно растущей капиталоемкости².

Начало серьезной интенсификации растениеводства в развивающихся странах положила «зеленая революция». Начавшиеся в 1950-х и набиравшие силу на протяжении 1960-х годов изменения затронули сорта сельскохозяйственных культур и методы земледелия во всем мире³. Эта производственная модель, первоначально сосредоточившаяся на внедрении улучшенных, более высокоурожайных сортов пшеницы, риса и кукурузы в областях с высоким потенциалом^{4, 5}, полагалась на однородность и поддерживала ее: генетически однородные сорта, выращенные с интенсивным применением дополнительных потребляемых факторов, таких как орошение, удобрения и пестициды, которые часто заменяли природный капитал. Использование удобрений заменило управление качеством почвы, а гербициды составили альтернативу севообороту как средству борьбы с сорняками⁶.

«Зеленая революция», особенно в Азии, дала импульс для развития национальным экономикам, уменьшила бедность в сельских районах, спасла большие площади экологически уязвимой земли от превращения в участки интенсивного сельского хозяйства и помогла избежать мальтузианских последствий роста населения планеты. В период между 1975 и 2000 годами урожаи зерновых в Южной Азии выросли более чем на 50 процентов, а масштабы бедности сократились на 30 процентов⁷. За 50 лет, прошедших с начала «зеленой революции», мировое производство зерновых, фуражных зерновых, корнеплодов и клубнеплодов, бобовых и масличных культур выросло с 1,8 млрд. тонн до 4,6 млрд. тонн⁸. Рост урожаев и снижение цен на зерновые значительно уменьшили продовольственную нестабильность в 1970-х и 1980-х годах, когда количество недоедающих фактически умень-

Показатели интенсификации глобального производства сельскохозяйственных культур, 1961-2007 гг.
Индекс (1961=100)

ФАО. 2011.
Статистическая база данных
ФАОСТАТ
(<http://faostat.fao.org/>).



Потребление удобрений

Производство зерновых

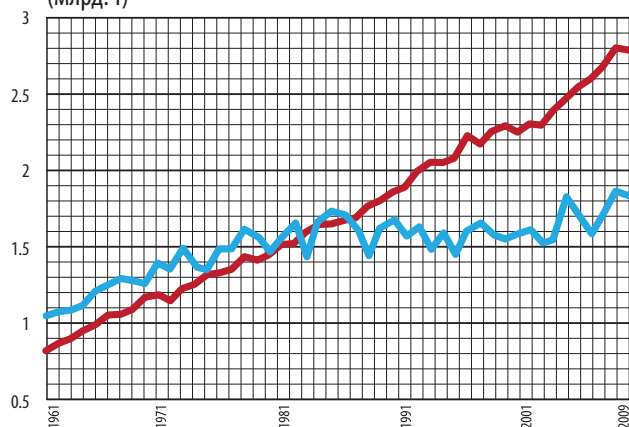
Урожайность зерновых

Орошаемые площади

Уборочные площади

Мировое производство основных сельскохозяйственных культур*, 1961-2009 гг.
(млрд. т)

ФАО. 2011.
Статистическая база данных
ФАОСТАТ
(<http://faostat.fao.org/>).



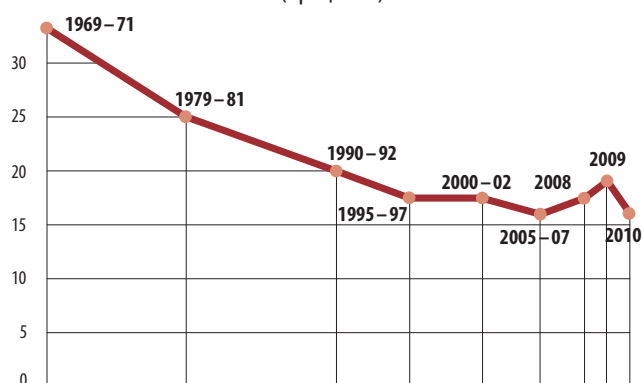
Развивающиеся страны

Развитые страны

* включая зерновые, кормовые зерновые, корнеплоды, клубнеплоды, зернобобовые и масличные культуры

Доля недоедающих в населении развивающихся стран, с 1969-71 гг. по 2010 г. (проценты)

ФАО. 2010. Положение дел в связи с отсутствием продовольственной безопасности в мире, 2010 год.
Решение проблемы отсутствия продовольственной безопасности в условиях затяжных кризисов. Рим.



шилось, несмотря на относительно быстрый рост населения. В целом доля недоедающих в мире сократилась с 26 процентов в период между 1969 и 1971 годами до 14 процентов в период между 2000 и 2002 годами⁹.

Гроза надвигается

Сегодня общепризнанно, что такой значительный рост производства и производительности в сельском хозяйстве зачастую имел настолько серьезные негативные последствия для сельскохозяйственной базы природных ресурсов, что они поставили под угрозу ее потенциальную производительность в будущем. «Негативные внешние эффекты» интенсификации включают деградацию почв, засоление орошаемых земель, чрезмерный забор грунтовых вод, развитие устойчивости у вредителей и сокращение биологического разнообразия. Кроме того, сельское хозяйство нанесло ущерб окружающей среде в целом, что нашло своё выражение, например, в обезлесении, выбросе парниковых газов и загрязнении подоёмов нитратами^{10, 11}.

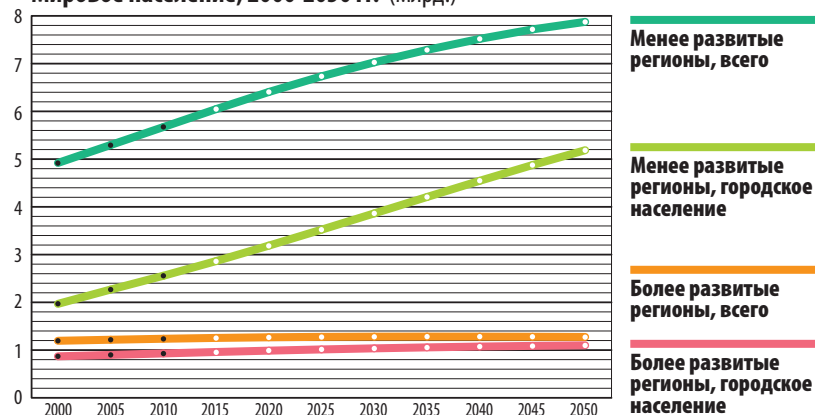
Также очевидно, что существующие в настоящее время системы производства и распределения продовольствия не в состоянии накормить мир. Общее число недоедающих в 2010 году оценивалось в 925 млн., больше, чем 40 лет назад, причем в развивающихся странах недоедают 16 процентов населения¹². Около 75 процентов людей, наиболее страдающих от недоедания и голода, живут в сельских районах развивающихся стран, и их благосостояние зависит прямо или опосредованно от сельского хозяйства¹³. В их числе — многие из полумиллиарда мелких фермеров с низким доходом и членов их семей, которые производят 80 процентов продовольствия в развивающихся странах. В общей сложности мелкие фермеры используют и обрабатывают более 80 процентов сельскохозяйственных земель (аналогичные пропорции и по другим природным ресурсам) в Азии и Африке¹⁴.

В ближайшие 40 лет мировой продовольственной безопасности будет угрожать ряд проблем. По прогнозам, к 2050 году население Земли увеличится до приблизительно 9,2 млрд. человек по сравнению с 6,9 млрд. в 2010 году, при этом практически весь рост придется на менее развитые регионы. Самые высокие темпы роста ожидаются в наименее развитых странах¹⁵. К тому времени около 70 процентов населения планеты будет проживать в городах, тогда как сегодня доля городского населения составляет 50 процентов. Если тенденции сохранятся, то урбанизация и рост доходов в развивающихся странах приведут к увеличению потребления мяса, что вызовет рост спроса на фуражное зерно. Использование сельскохозяйственного сырья для производства биотоплива также продолжит расти. По прогнозам, к 2020 году промышленно развитые страны будут потреблять 150 кг кукурузы на душу населения в год в виде этанола — столько зерновых сейчас потребляют в пищу в развивающихся странах¹⁶.

Эти изменения в спросе обусловят потребность в значительном увеличении производства всех основных продовольственных и кормовых культур. Из прогнозов ФАО следует, что к 2050 году производство сельскохозяйственной продукции в мировом масштабе должно быть увеличено на 70 про-

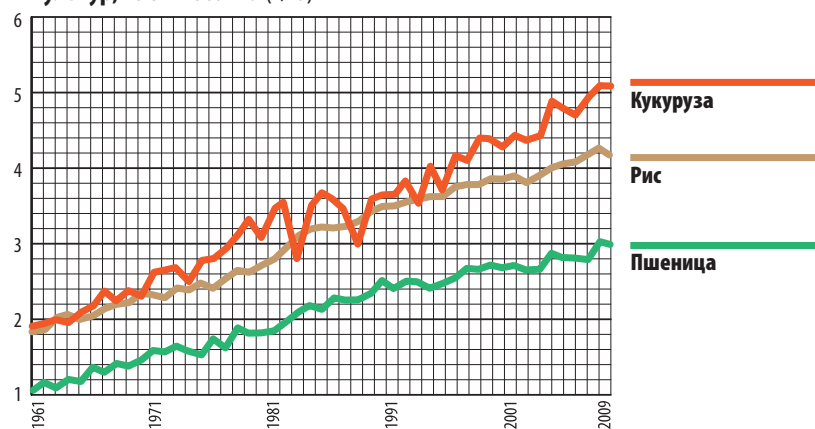
Мировое население, 2000-2050 гг. (млрд.)

United Nations.
World urbanization prospects,
the 2009 revision population database
(<http://esa.un.org/wup2009/unup/>).



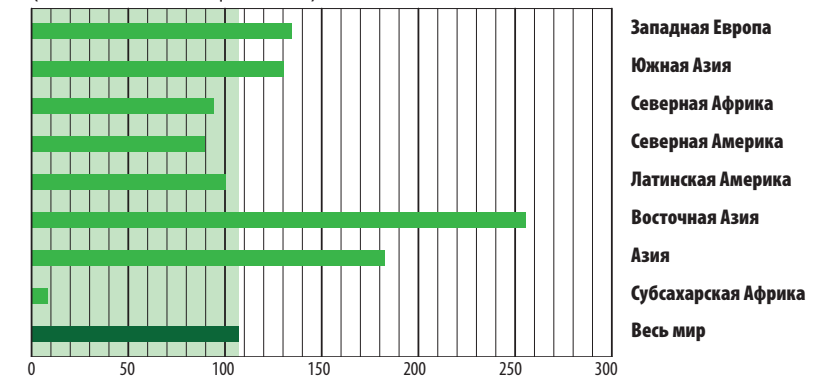
Глобальная средняя урожайность основных зерновых культур, 1961-2009 гг. (т/га)

ФАО. 2011.
Статистическая база данных
ФАОСТАТ
(<http://faostat.fao.org/>).



Средний объем использования азотно-фосфорно-калийных удобрений (NPK), 2008/09 гг. (кг питательных веществ на га)

IFDC, основан на
Статистическая база данных
ФАОСТАТ
(<http://faostat.fao.org/>).



центов, при этом в развивающихся странах – почти на 100 процентов, чтобы удовлетворить только дополнительные потребности в продовольствии, не считая дополнительной потребности в сельскохозяйственной продукции, используемой в качестве сырья для производства биотоплива. Это равнозначно ежегодному производству дополнительных миллиарда тонн зерновых и 200 млн. тонн мяса к 2050 году по сравнению с производством за период между 2005 и 2007 годами¹⁰.

В большинстве развивающихся стран возможности для расширения пахотных земель ограничены. Практически нет свободных земель в Южной Азии, а также на Ближнем Востоке и в Северной Африке. Там же, где сохранилась свободная земля, в странах Африки к югу от Сахары и в Латинской Америке, использование более 70 процентов ее площади затруднено состоянием почвы и особенностями рельефа. Из этого следует, что в период между 2015 и 2030 годами до 80 процентов потребного производства продовольствия должно быть получено в результате интенсификации в виде роста урожайности и повышения интенсивности земледелия¹⁷. Однако темпы роста урожайности всех главных продовольственных культур – риса, пшеницы и кукурузы – снижаются. Ежегодный рост темпов урожайности пшеницы упал с примерно 5 процентов в год в 1980 году до 2 процентов в 2005 году; за тот же период прирост темпов урожайности риса и кукурузы снизился с более чем 3 процентов до примерно 1 процента¹⁸. В Азии деградация почвы и накопление токсинов в системах интенсивного орошаемого рисоводства вызвали опасения относительно того, что снижение роста урожая отражает ухудшение условий растениеводства⁴.

Ухудшающееся качество доступных для растениеводства земельных и водных ресурсов имеет серьезные последствия для будущего. По оценкам Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), нерациональные методы землепользования в мировом масштабе ведут к суммарным потерям продуктивности пахотных земель, составляющим в среднем 0,2 процента в год¹⁹. Деградация ресурсов снижает производительность потребляемых факторов, таких как удобрения и вода для орошения. В ближайшие годы будет возрастать потребность в интенсификации растениеводства на более маргинальных землях с менее надежными условиями производства, в числе которых низкое качество почвы, ограниченный доступ к воде и менее благоприятные климатические условия.

Борьба за увеличение производства сельскохозяйственных культур будет протекать в стремительно меняющихся, и зачастую непредсказуемых, экологических и социально-экономических условиях. Одной из самых острых проблем является необходимость приспосабливаться к изменению климата, которое, в силу изменений температуры, количества осадков и распространности вредителей, будет влиять на выбор культур и районов, где их можно будет выращивать, равно как и на их потенциальные урожаи¹³. Прогнозируется, что в ближайшем будущем изменения климата и экстремальные погодные явления будут проявляться чаще, затрагивая все регионы²⁰⁻²³, оказывая негативное воздействие на рост урожая и продовольственную безопасность, в особенности в странах Африки к югу от Сахары и Юго-Восточной Азии в период до 2030 года²⁴. На долю сельского хозяйства (включая связанное с ним обезлесение) приходится около трети выбросов парниковых газов;

на этом основании оно должно вносить значительный вклад в смягчение последствий изменения климата²¹. В то время как сельскохозяйственные культуры могут быть адаптированы к изменяющимся условиям окружающей среды, необходимость в сокращении выбросов будет представлять растущую проблему для традиционных ресурсоемких сельскохозяйственных систем³.

Другим серьезным источником обеспокоенности за будущее является цена и доступность энергоресурсов, необходимых для обеспечения сельскохозяйственных работ и для производства ключевых потребляемых факторов, главным образом удобрений. По мере того как сокращаются ресурсы ископаемого топлива, цена на него растет, приводя к повышению цен на потребляемые факторы и, как следствие, повышению себестоимости сельскохозяйственной продукции. Ископаемые виды топлива больше не могут оставаться единственным источником энергоресурсов для обеспечения роста производительности. Источники энергии должны быть в значительной степени диверсифицированы, чтобы снизить стоимость топлива в интересах дальнейшей интенсификации сельского хозяйства.

Таким образом, сочетание воздействия изменения климата, дефицита энергоресурсов и деградации ресурсов делает проблему удовлетворения потребностей в продовольствии на устойчивой основе в будущем еще более тревожащей. Резкий скачок цен на продовольствие в 2008 году и рост цен на продовольствие до рекордных уровней в начале 2011 года предвещают растущие и учащающиеся угрозы мировой продовольственной безопасности²⁵. Изучив широкий диапазон вероятных сценариев будущего – экономических, демографических и климатических – Международный институт исследований в области продовольственной политики (ИФПРИ) пришел к выводу, что за период с 2010 по 2050 годы цены на пшеницу в реальном выражении вырастут на 59 процентов, на рис – на 78 процентов и на кукурузу – на 106 процентов. Исследователи пришли к выводу, что рост цен является отражением «неослабевающего подспудного давления на мировую продовольственную систему», обусловленного ростом населения и доходов и снижением производительности²⁶.

Наиболее высоким риск устойчивого, продолжительного отсутствия продовольственной безопасности продолжает оставаться в развивающихся странах с низким уровнем доходов. Увеличение отрицательного влияния на ресурсы и окружающую среду в связи с расширением и интенсификацией сельского хозяйства, будет все сильнее ощущаться в странах с низким уровнем потребления продовольствия, высокими темпами прироста населения и зачастую низкой обеспеченностью сельскохозяйственными ресурсами²⁷. В этих странах мелкие фермеры, чья зависимость от экосистемных товаров и услуг, необходимых, чтобы обеспечивать продовольствие, топливо и натуральные волокна для своих семей и рынка, очень высока, более уязвимы к снижающимся качеству и количеству природных ресурсов и климатическим изменениям¹⁴. Если не предпринять активных действий для улучшения производительности мелкомасштабного сельского хозяйства в этих странах, вряд ли удастся достичь сформулированной в Декларации тысячелетия Первой цели в области развития, в числе задач которой – вдвое сократить к 2015 году долю населения, страдающего от голода и бедности.

Очередная смена парадигмы

Принимая во внимание уже существующие и зарождающиеся угрозы нашим продовольственным ресурсам и окружающей среде, *устойчивая интенсификация сельскохозяйственного производства* становится одним из важнейших приоритетов для лиц, ответственных за принятие решений²⁸, и международных партнеров в области развития^{7, 14}. Устойчивая интенсификация определена как увеличение выхода продукции с того же участка земли при одновременном уменьшении негативных воздействий на окружающую среду и увеличении вкладов в природный капитал и поток экологических услуг²⁹.

Устойчивая интенсификация растениеводства (УИР) является первой стратегической целью ФАО. Чтобы обеспечить достижение этой цели, ФАО одобрила «экосистемный подход» в управлении сельскохозяйственной деятельностью³⁰. По существу, экосистемный подход подразумевает использование таких факторов производства, как земля, вода, семена и удобрения таким образом, чтобы дополнять природные процессы, обеспечивающие рост растений, включая опыление, уничтожение вредителей их естественными врагами и деятельность почвенной биоты, позволяющей растениям усваивать питательные вещества³¹.

В настоящее время сложилось общее понимание того, что в основе интенсификации земледелия должен лежать экосистемный подход. В масштабной исследовательской работе, посвященной анализу перспектив развития продовольственной системы и сельского хозяйства на период до 2050 года, сформулирован призыв к существенным изменениям во всей мировой продовольственной системе, включая устойчивую интенсификацию при одновременном повышении урожайности, увеличение эффективности потребляемых факторов и снижение негативного воздействия производства продовольствия на окружающую среду³². По результатам проводившейся недавно Международной оценки сельскохозяйственных знаний, науки и технологий в целях развития (МОСНТР) был также сформулирован призыв к переходу от существующей сельскохозяйственной практики к устойчивым сельскохозяйственным системам, способным обеспечить и значительный рост производительности, и улучшение экосистемных услуг³³.

Оценки, проводившиеся в развивающихся странах, показали, как ресурсосберегающие агротехнические приемы позволяют совершенствовать оказание экологических услуг и повышать производительность. Обзор проектов развития сельского хозяйства в 57 странах с низким уровнем дохода показал, что более рациональное использование воды, сокращение использования пестицидов и улучшение здоровья почвы привело к росту урожайности сельскохозяйственных культур в среднем на 79 процентов³⁴. Другое исследование показало, что системы ведения сельского хозяйства, которые позволяют сохранять экосистемные услуги путем использования таких методов, как противоэрозийная обработка почвы, диверсификация культур, широкое внедрение бобовых культур и биологические методы борьбы с вредителями, демонстрируют такие же хорошие результаты, как и интенсивные ресурсоемкие системы^{35, 36}.

При условии эффективного применения и поддержки, устойчивая интенсификация растениеводства обеспечит экологически и экономически выгодные результаты, требующиеся для того, чтобы решить двуединую задачу: накормить население и спасти планету. УИР позволит странам планировать и развивать сельскохозяйственное производство и управлять им таким образом, чтобы удовлетворять потребности и стремления общества, не подвергая риску право будущих поколений пользоваться всем спектром экологических товаров и услуг. Одним из примеров такой беспроигрышной ситуации, выгодной и фермерам, и окружающей среде, стало бы сокращение чрезмерного использования потребляемых факторов, таких как минеральные удобрения, при одновременном увеличении производительности.

Помимо множественных выгод для продовольственной безопасности и окружающей среды, устойчивая интенсификация многое может дать мелким сельскохозяйственным производителям и их семьям – тем, кто составляет более трети населения планеты – повышая производительность их труда, сокращая затраты, укрепляя сопротивляемость стрессовым факторам и способность осуществлять управление в условиях рисков¹⁴. Сокращение расходов на потребляемые факторы сельскохозяйственного производства высвобождает ресурсы для инвестирования в хозяйство и для обеспечения питания, здоровья и образования членов семей фермеров²⁹. Рост чистых доходов фермеров будет достигаться с меньшим ущербом для окружающей среды, от чего выиграют и отдельные фермеры, и общество в целом³¹.

Ключевые принципы

В течение последних двух десятилетий стали появляться новые экосистемные подходы к интенсификации сельского хозяйства по мере того, как фермеры начали придерживаться практики устойчивого земледелия и внедрять такие методы, как комплексная борьба с вредителями и почвозащитные методы ведения сельского хозяйства, часто опираясь на традиционные технологии. Устойчивая интенсификация растениеводства характеризуется более системным подходом к управлению природными ресурсами и основывается на комплексе научно-обоснованных экологических, организационно-правовых и социальных принципов.

Экологические принципы

Для того, чтобы повысить эффективность и укрепить глобальную продовольственную систему, экосистемный подход необходимо внедрять на всех этапах продовольственной цепи. На уровне систем земледелия управление должно основываться на биологических процессах и внедрении ряда видов растений, а также на разумном использовании внешних факторов производства таких, как удобрения и пестициды. УИР основывается на системах сельскохозяйственного производства и методах управления, которые описаны в следующих главах и включают:

- ▶ поддержание здорового состояния почвы для улучшения питания растений;
- ▶ выращивание более широкого ассортимента видов и сортов растений с использованием их сочетаний, последовательности культивации и севооборота;
- ▶ использование хорошо адаптированных, высокоурожайных сортов и высококачественных семян;
- ▶ комплексную борьбу с вредителями, болезнями и сорняками;
- ▶ рациональное использование водных ресурсов.

Чтобы влияние УИР на производительность и устойчивость было оптимальным, необходимо, чтобы эта система применялась в широком спектре систем ведения сельского хозяйства и соответствовала конкретным агроэкологическим и социально-экономическим условиям. Несомненно, решающим условием получения выгод от экосистемных услуг при одновременном снижении ущерба от сельскохозяйственной деятельности являются надлежащие методы ведения сельского хозяйства³⁶.

Организационно-правовые принципы

Наивно было бы надеяться, что фермеры станут внедрять рациональные методы ведения хозяйства только потому, что такие методы более экологичны. Воплощение экологических принципов в крупномасштабные, координированные программы действий потребует организационной поддержки как на национальном, так и на местном уровне. Перед правительствами стоит задача совершенствования координации и обмена информацией во всех подотраслях сельского хозяйства, от производства до переработки и сбыта. Необходимо выработать механизмы упрочения связей между организациями с тем, чтобы усовершенствовать выработку мероприятий и стратегий для внедрения УИР и обеспечить расширение масштаба опытных исследований, опыта фермеров и местного и традиционного знания.

На местном уровне организации фермеров должны играть важную роль в облегчении доступа к ресурсам – особенно земле, воде, кредитам и знаниям – и гарантировать, что голос фермеров будет услышан³⁷. Мелкие фермеры нуждаются в доступе к эффективным и справедливым рынкам и в стимулах, которые поощряли бы их к рациональному использованию других экосистемных услуг помимо производства продовольствия. Освоение фермерами УИР будет зависеть от конкретных выгод, таких как рост доходов и сокращение потребности в рабочей силе. Если экономическая система должным образом отражает издержки нерациональных сельскохозяйственных методов – в том числе и их высокую экологическую цену, – выбор будет сделан в пользу УИР.

Социальные принципы

Устойчивая интенсификация описывается как процесс «социального обучения», поскольку для ее применения необходимо, как правило, больше знаний, чем для большинства традиционных сельскохозяйственных подходов¹⁴. УИР, следовательно, потребует значительного усиления служб распространения сельскохозяйственных знаний, почерпнутых как из традиционных, так и

нетрадиционных источников, чтобы обеспечить ее внедрение фермерами. Одним из наиболее успешных подходов к подготовке фермеров в области внедрения методов устойчивого рационального пользования природными ресурсами в их сельскохозяйственные системы является методика распространения знаний, известная как школы обучения фермеров³⁸ (ШОФ)*.

Для мобилизации социального капитала необходимо участие людей в принятии решений на местном уровне, обеспечение достойных и справедливых условий работы в сельском хозяйстве и, прежде всего, признание решающей роли женщин в сельском хозяйстве. Исследования, проведенные в странах Африки к югу от Сахары, полностью подтверждают выводы о том, что разница в урожайности, получаемой мужчинами и женщинами, в основном объясняется разницей в доступе к ресурсам и знаниям. Устранение гендерного разрыва в сельском хозяйстве может повысить производительность и обеспечить дополнительную выгоду, например, рост доходов женщин-фермеров и большую доступность продовольствия³⁹.

* Впервые развернутый в Юго-Восточной Азии в конце 1980-х годов как часть региональной Программы ФАО по комплексной борьбе с сельхозвредителями, метод ШОФ был затем освоен более чем в 75 странах и сегодня охватывает широкий и постоянно растущий диапазон культур и связанных с растениеводством тем.

Путь вперед

При наличии политической поддержки и адекватного финансирования устойчивая интенсификация растениеводства может быть реализована на больших производственных площадях в относительно короткий срок. Проблема, стоящая перед директивными органами и политиками, состоит в том, чтобы найти действенные способы планомерного расширения устойчивой интенсификации таким образом, чтобы в конечном счете могли выиграть сотни миллионов людей³². На практике ключевые этапы реализации должны включать:

- ▶ Оценку потенциальных негативных воздействий на агроэкосистему существующей сельскохозяйственной практики. Такая оценка могла бы включать количественную оценку конкретных показателей и экспертизу планов заинтересованными сторонами на уровне округа или провинции.
- ▶ Определение на национальном уровне того, какие производственные системы являются потенциально нерациональными и, следовательно, требуют первоочередного внимания, и какие области устойчивости экосистемы (например, здоровое состояние почвы, качество воды, сохранение биоразнообразия) требуют первоочередного вмешательства.
- ▶ Работу при участии фермеров по оценке и внедрению технологий, которые учитывают эти приоритеты комплексным образом, и использование имеющегося опыта для подготовки проектов инвестиций и создания соответствующих организаций и систем мероприятий.
- ▶ Развертывание программ (с сопутствующим техническим содействием и созданием благоприятствующих условий), основанных на подходах и технологиях, описанных в этой книге.
- ▶ Мониторинг, оценку и обзор с внесением поправок и уточнений там, где это требуется.

Описанный процесс может быть многозвенным и в любом случае зависит от рациональной организации взаимодействия между государственными организациями и институтами, с одной стороны, и местным опытом фермеров и потребителей – с другой. Мониторинг ключевых экосистемных параметров поможет отрегулировать и отладить программы УИР.

При подготовке программ директивным органам следует учитывать проблемы, касающиеся и УИР, и развития сельскохозяйственного сектора в целом. Существует риск того, например, что политика, которая нацелена на достижение экономии за счет масштабов деятельности на основе развития производственно-сбытовой цепи и укрупнения землевладений, может исключить мелких землевладельцев из процесса или ограничить их доступ к производственным ресурсам. Совершенствование транспортной инфраструктуры облегчит фермерам доступ к ресурсам удобрений и семян – решающим факторам для УИР – и к рынкам. Учитывая высокий уровень потерь на всех этапах продовольственной цепи – потери продовольствия в виде отходов и из-за порчи оцениваются в мировых масштабах в 30-40 процентов – инвестиции в оборудование для переработки и хранения и холодильную цепь позволят фермерам получить больше выгод от их продукции. Директивные органы могут также поощрять участие мелких

фермеров в УИР, облегчая им доступ к информации о продукции и рынках с помощью современных информационно-коммуникационных технологий.

Может возникнуть необходимость в гармонизации, усовершенствовании и более эффективном применении международно-правовых документов, конвенций и соглашений, относящихся к УИР. Данная задача потребует сотрудничества международных организаций, занимающихся развитием сельских районов и освоением природных ресурсов*, а также правительств, организаций гражданского общества и фермерских ассоциаций. Существует неотложная потребность в потенциале, который бы обеспечил выполнение на региональном, национальном и местном уровнях таких согласованных на международном уровне нормативно-регулирующих механизмов**.

Кроме того, ряд не имеющих обязательной юридической силы документов, регулирующих международные вопросы, включает положения о совместных действиях, направленных на улучшение качества и устойчивое использование природных ресурсов. В числе таких документов руководящие принципы и кодексы такие, как Международный кодекс поведения по распределению и применению пестицидов, направленные на повышение эффективности управления в связи с трансграничными угрозами для производства, окружающей среды и здоровья человека. И наконец, Специальный докладчик Организации Объединенных Наций по вопросу о праве на питание в своем докладе представил руководящие принципы в области аренды земли и недопущения спекуляции на рынках продовольственных товаров и призвал к масштабному применению экологических подходов в сельском хозяйстве.

Готового рецепта для экосистемного подхода к интенсификации устойчивого растениеводства нет. Тем не менее, уже выработан ряд практических методов и технологий ведения сельского хозяйства, часто специфичных для местных условий. Главы 2, 3, 4, 5 и 6 описывают этот богатый арсенал актуальных, легко внедряемых и адаптируемых, основанных на экосистемном подходе методов, которые повышают урожайность сельскохозяйственных культур и могут служить основой для национальных и региональных программ. В главе 7 подробно рассматриваются политические условия и организационные механизмы, облегчающие масштабное внедрение и реализацию УИР.

* ФАО, Международный фонд сельскохозяйственного развития, Программы развития Организации Объединенных Наций, ЮНЕП, Всемирной торговой организации (ВТО) и Консультативной группы по международным сельскохозяйственным исследованиям (КГМСИ).

** Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (МД ГРПСХ), Международная конвенция по карантину и защите растений, Конвенция о биологическом разнообразии (КБР), «Кодекс Алиментариус», Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН), Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием, и соглашений, касающихся биологического разнообразия.



Глава 2

Системы ведения сельского хозяйства

*Интенсификация растениеводства
будет основана на фермерских системах,
обеспечивающих ряд производственных,
социально-экономических и экологических
преимуществ для производителей
и общества в целом.*

Растениеводство практикуется в самых разнообразных системах сельскохозяйственного производства. На одном конце спектра находится интервенционистский подход, при котором большая часть аспектов производства контролируется технологическим воздействием на окружающую среду, например вспашкой, предупредительными или оздоровительными мерами борьбы с вредителями и сорняками с помощью агрохимикатов и применением минеральных удобрений для питания растений. С другой стороны, существуют системы сельскохозяйственного производства, которые используют преимущественно экосистемный подход и являются продуктивными и, при этом, более устойчивыми. Такие агроэкологические системы в целом характеризуются минимальным нарушением экосистемы, подкормкой растений органикой и неорганикой и использованием как естественного, так и управляемого биоразнообразия для производства продовольствия, сырья и других экосистемных услуг. Основанное на экосистемном подходе растениеводство обеспечивает сохранение в здоровом состоянии уже используемых сельскохозяйственных угодий и способно восстановить земельные ресурсы, состояние которых ухудшилось в результате нерационального использования в прошлом¹.

Системы ведения сельского хозяйства, направленные на устойчивую интенсификацию растениеводства, предоставят арсенал производительных, социально-экономических и экологических благ для производителей и общества в целом, включая высокую и стабильную урожайность и рентабельность; адаптацию к изменению климата и снижение уязвимости к его воздействиям; улучшение функционирования экосистемы и экосистемных услуг; сокращение выбросов парниковых газов и уменьшение «углеродного следа» в сельскохозяйственном секторе.

Такие системы ведения сельского хозяйства будут основываться на трех технологических принципах:

- ▶ одновременное достижение повышения сельскохозяйственной производительности и улучшения природного капитала и экосистемных услуг;
- ▶ высокая экономическая эффективность использования ключевых потребляемых факторов, включая воду, питательные вещества, пестициды, энергоресурсы, землю и труд;
- ▶ использование управляемого и природного биоразнообразия для формирования системной устойчивости к стрессам, вызванным абиотическими, биотическими и экономическими факторами.

Необходимые для осуществления этих принципов системы ведения сельского хозяйства будут различаться в зависимости от местных условий и потребностей. Однако во всех случаях они должны будут:

- ▶ *Сводить к минимуму нарушение почвенного покрова механической обработкой*, для того чтобы сохранять органические вещества, структуру и здоровое состояние почвы в целом.
- ▶ *Улучшать и сохранять защитный органический покров* на поверхности почвы путем использования растений, почвопокровных культур или послеуборочных остатков, для того чтобы защитить почвенный покров, сбереж воду и питательные вещества, поддерживать биологическую

Вклад практического использования систем устойчивой интенсификации сельского хозяйства в важные экосистемные услуги

Цель	Компонент системы			
	Мульчирующее покрытие	Минимальная или нулевая обработка	Бобовые для обеспечения питательных веществ для растений	Севооборот
Стимулировать оптимальные условия травяного покрова	*	*		
Снизить потери влаги на испарение с поверхности почвы	*			
Снизить потери влаги на испарение с верхних слоев почвы	*	*		
Минимизировать окисление органического вещества почвы и потери CO ₂		*		
Минимизировать уплотнение почвы	*	*		
Минимизировать колебания температуры на поверхности почвы	*			
Обеспечить регулярное внесение органического вещества как субстрата для деятельности почвенных организмов	*			
Увеличить, поддерживать уровень азота в корнеобитаемой зоне	*	*	*	*
Увеличить катионообменную способность почвы в корнеобитаемой зоне	*	*	*	*
Максимизировать просачивание дождевой воды, минимизировать поверхностные стоки	*	*		
Минимизировать потери почвы от поверхностных стоках и ветра	*	*		
Обеспечить, поддерживать естественное расположение почвенных горизонтов посредством деятельности почвенной биоты	*	*		
Минимизировать сорняки	*	*		*
Увеличить выход биомассы	*	*	*	*
Быстрое восстановление пористости почвы почвенной биотой	*	*	*	*
Уменьшить затраты труда		*		
Уменьшить затраты топлива/энергии		*	*	*
Возвращать в оборот питательные вещества	*	*	*	*
Снизить нагрузку патогенных микроорганизмов на почву				*
Восстановить нормальное состояние и динамику почвенных процессов поврежденной почвы	*	*	*	*
Опыление	*	*	*	*

Friedrich, T., Kassam, A.H. & Shaxson, F. 2009. Conservation agriculture. In: *Agriculture for developing countries. Science and technology options assessment (STOA) project*. European Parliament. Karlsruhe, Germany, European Technology Assessment Group.

активность почвы и содействовать комплексной борьбе с сорняками и насекомыми-вредителями.

- ▶ *Выращивать широкий ассортимент видов растений* – однолетних и многолетних, которые могут включать деревья, кустарники, пастбищные и зерновые культуры, с использованием их сочетания, последовательности культивации и севооборота, с целью улучшения питания растений и усиления устойчивости системы к стрессовым факторам.

Три этих ключевых метода в целом относятся к почвозащитным методам ведения сельского хозяйства (ПМВСХ), широко применяемым как в развитых, так и в развивающихся регионах*. Однако, для того чтобы добиться устойчивой интенсификации, необходимой для увеличения производства продовольствия, эти методы должны подкрепляться четырьмя дополнительными методами управления:

- ▶ *Использование хорошо адаптированных к местным условиям, высокоурожайных сортов* с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам и улучшенными питательными качествами;
- ▶ *Улучшенное питание растений, основанное на здоровой структуре почвы*, посредством чередования культур и рационального использования органических и неорганических удобрений;
- ▶ *Комплексная борьба с насекомыми-вредителями, болезнями и сорняками* с использованием надлежащих методов, биологического разнообразия и, при необходимости, применения пестицидов избирательного действия, представляющих небольшую опасность для окружающей среды;
- ▶ *Рациональное использование водных ресурсов*, по принципу «поливай меньше, собирай больше», с сохранением здоровой структуры почвы и минимизацией ущерба для окружающей среды после того, как продукция покинула хозяйство.

В идеале УИР сочетает в себе все семь описанных методов, применяемых комплексно, своевременно и эффективно. Однако сама природа устойчивых систем производства динамична: фермеры могут выбирать из множества возможных комбинаций методов и адаптировать их в соответствии с местными производственными условиями и ограничениями²⁻⁵.

Применяемые вместе или в различных комбинациях рекомендованные методы вносят вклад в важные экосистемные услуги и действуют синергетически, принося положительные результаты в пересчете на производительность факторов производства и общую производительность труда. Например, при ограниченном количестве осадков, доступность почвенной влаги для растений зависит от того, как фермер управляет поверхностным слоем почвы, органическим веществом почвы и корневой системой растений. Производительность воды в условиях хорошего снабжения почвы влагой повышается, когда почва здорова и растения получают адекватное питание. Хорошая водопроницаемость и почвенный покров также минимизируют поверхностное испарение и максимизируют эффективность использования и производительность воды, которая зависит и от способности самих растений поглощать и использовать воду.

* В настоящее время почвозащитные методы ведения сельского хозяйства используются во всем мире на площади около 117 млн. га, что составляет около 8 процентов от всех возделываемых земель. Самый высокий уровень использования (более 50 процентов возделываемых земель) отмечается в Австралии, Канаде и странах Южного конуса Южной Америки. Растет внедрение таких методов в Африке, Центральной Азии и Китае.

Одним из главных условий, необходимых для экологически устойчивого сельскохозяйственного производства, является здоровая почва, создающая в корневой зоне среду, которая оптимизирует деятельность почвенной биоты и позволяет корням проникать на максимально возможную глубину. Корни поглощают питательные вещества и взаимодействуют с почвенными микроорганизмами, благотворно влияющими на здоровье почвы и продуктивность культуры^{2,6,7}. Сохранение или повышение содержания органического вещества, структуры почвы и связанной с ней порозности являются ключевыми признаками устойчивости производства и других экосистемных услуг.

Для сохранения устойчивости любой сельскохозяйственной системы в долгосрочной перспективе скорость потерь органического вещества не должна превышать скорости, с которой идет почвообразовательный процесс. Если структура почвы механически нарушается, в большинстве сельскохозяйственных экосистем это невозможно⁹. Следовательно, отправная точка – и основной элемент структуры УИР – поддержание здорового состояния структуры почвы и содержания в ней органического вещества путем ограничения механического нарушения структуры почвы в процессе укоренения растения и последующего возделывания культуры.

Методы производства, минимизирующие или отказывающиеся от механической обработки почвы, практикуемые в почвозащитных методах ведения сельского хозяйства, значительно улучшили состояние почвы, уменьшили ее деградацию и повысили производительность во многих регионах. Большинство сельскохозяйственных земель продолжают вспахивать плугами, бороновать или мотыжить перед каждым посевом и во время роста культуры. Цель такой обработки – уничтожить сорняки и улучшить водопроницаемость почвы и приживаемость растений. Однако периодическое нарушение верхнего слоя почвы заглубляет почвенный покров и может нарушить структуру почвы. Дополнительным следствием является уплотнение почвы, которое снижает ее продуктивность⁹.

Одним из вкладов почвозащитных методов в устойчивую интенсификацию сельского хозяйства является минимизирование разрушения структуры почвы и сохранение целостности растительных остатков на поверхности почвы. ПМВСХ включают минимальную (или полосную) обработку почвы, при которой механически обрабатывается только часть почвы, предназначенной под рассадную грядку, и нулевую обработку почвы (так же известную как беспашотная обработка, или прямой посев), при которой механическое повреждение почвы исключается и семена вносят прямо в грядку, которую не вспахивали со времени предыдущего посева³.

Еще одним аспектом, который необходимо учитывать в УИР, является роль энергетических ресурсов и механизации сельского хозяйства. Во многих странах дефицит энергии – главное препятствие интенсификации производства¹⁰. Используя только ручной труд, фермер может произвести достаточно продовольствия, чтобы прокормить в среднем еще трех человек. С использованием тяговых животных это число удваивается, с использованием трактора – увеличивается в 50 и более раз¹¹. Надлежащая механизация может привести к повышению эффективности энергопользования в растениеводстве, что повысит его устойчивость и производительность и уменьшит неблагоприятные воздействия на окружающую среду^{12,13}.

В то же время обеспокоенность ценами на энергоносители и их доступностью в будущем внушает необходимость принятия мер по сокращению суммарных потребностей сельского хозяйства в энергетических ресурсах. При почвозащитных методах ведения сельского хозяйства снижение этих потребностей может достичь 60 процентов по сравнению с традиционным земледелием. Экономия возможна благодаря тому, что большинство энергоемких полевых работ, таких как вспашка, устраняются или минимизируются, что облегчает проблемы нехватки трудовых ресурсов и энергоносителей, в частности во время подготовки земли. Инвестиции в оборудование, в особенности количество и размер тракторов, значительно сокращаются (хотя ПМВСХ требуют инвестиций в новый сельскохозяйственный инвентарь). В выигрыше останутся и мелкие фермеры, использующие ручной труд или тягловых животных. Исследования, проводившиеся в Объединенной Республике Танзания, показали, что на четвертый год применения нулевой обработки почвы в сочетании с покровными насаждениями при выращивании кукурузы потребность в рабочей силе сократилась более чем наполовину¹⁴.

Потенциальные препятствия

В некоторых сельскохозяйственных регионах внедрение конкретных методов УИР представляют особые трудности. Например, при применении почвозащитных методов ведения сельского хозяйства в субгумидных и полузасушливых климатических зонах недостаток осадков может ограничивать производство биомассы, что снижает количество как собираемого урожая, так и растительных остатков, пригодных для использования как почвенный покров, корм для скота или топливо. Тем не менее, экономия воды, достигаемая благодаря отказу от вспашки, как правило, ведет к увеличению урожаев в первые годы применения ПМВСХ, несмотря на скудость растительных остатков. Дефицит питательных веществ для растений может оказаться сдерживающим фактором в районах с более влажным климатом, но достигнутые более высокие уровни биологической активности почвы могут увеличить долгосрочную доступность фосфора и других питательных веществ^{7, 15}.

Системы щадящей или нулевой обработки почвы часто считаются непригодными для применения на плохо дренированных, или слитых, почвах и на тяжелых глинистых почвах в холодных и влажных климатических зонах. В первом случае, если плохой дренаж обусловлен непроницаемым для воды почвенным горизонтом, залегающим слишком глубоко для почвообрабатывающих орудий, только биологические средства – такие как стержневые корни, земляные черви и термиты – могут нарушить такие глубокие барьеры для просачивания воды. Со временем минимальная обработка почвы содействует этим биологическим решениям. Во втором случае мульчированным почвам действительно требуется больше времени на то, чтобы прогреться и высохнуть, по сравнению с вспаханной землей. Тем не менее, нулевая обработка успешно практикуется фермерами в очень

холодном климате в Канаде и Финляндии, где, как показали исследования, температура укрытых почв не так сильно падает зимой^{13, 16}.

Другое ошибочное представление о системах щадящей или нулевой обработки связано с тем, что они якобы требуют увеличенного применения инсектицидов и гербицидов. В некоторых системах интенсивного производства комплексное использование нулевой обработки, мульчирования и чередования культур привело к уменьшению применения инсектицидов и гербицидов, как в абсолютных значениях, так и в пересчете на количество использованного активного действующего вещества на тонну продукта по сравнению с данными по основанному на механической обработке земли сельскому хозяйству^{12, 13}.

В основанных на ручном труде мелкомасштабных сельскохозяйственных системах применение гербицидов может быть заменено комплексной борьбой с сорняками. Например, с тех пор как в 2005 году почвозащитные методы ведения сельского хозяйства внедрили в районе Карату Объединенной Республики Танзания, фермеры перестали обрабатывать землю плугами и мотыгами и начали возделывать смешанную культуру – многовидовые посадки кукурузы прямым посевом в грунт, лобии (долихос или гиацинтовые бобы) и каянуса (голубиный горох). Такая система обеспечивает хорошую мульчу, что позволяет бороться с сорняками вручную, без необходимости использовать гербициды. В отдельные годы поля в севообороте засеивают пшеницей. Результаты в целом оказались положительными, с увеличением урожая кукурузы с 1 тонны в среднем на гектар до 6 тонн на гектар. Такой впечатляющий рост урожайности был достигнут без применения агрохимикатов и с использованием навоза в качестве почвоулучшителя и удобрения¹⁷.

Другим потенциальным препятствием для широкого внедрения ПМВСХ является нехватка подходящей техники, например сеялок и сажалок для посева по нулевой технологии, которые часто недоступны для мелких фермеров в развивающихся странах. Даже там, где эта техника есть в продаже, она часто стоит дороже, чем обычный инвентарь, и требует от фермера существенных начальных капиталовложений. Такие препятствия можно преодолеть, задействовав каналы поставок потребляемых факторов, подключив местных производителей сельхозинвентаря и популяризуя среди фермеров подрядные услуги и приобретение оборудования на паях для снижения затрат. Прекрасные примеры такого подхода можно видеть на Индо-Гангской равнине. В большинстве мелких хозяйств сеялки для посева по нулевой технологии на животной тяге удовлетворяют и даже превзойдут потребности одного фермера.

Сельскохозяйственные системы, позволяющие «сохранять и приумножать»

Экосистемный подход к интенсификации растениеводства наиболее эффективен, когда надлежащие взаимоусиливающие методы применяются вместе. Даже там, где невозможно применять все рекомендованные методы одновременно, следует поощрять движение к этой цели. Принципы УИР могут быть легко интегрированы в сельскохозяйственные системы, которые имеют общие черты с экосистемным подходом либо могут быть улучшены путем упрочения их сходными принципами.

■ Смешанное сельское хозяйство

Сельскохозяйственные системы, сочетающие растениеводство с животноводством, практикуются большинством мелких фермеров в развивающихся странах. Пастбищные земли выполняют важные экологические функции: содержат высокий процент многолетних трав, которые фиксируют и в безопасной форме удерживают в почве углерод в больших количествах, намного превосходя в этом отношении однолетние растения. Эта способность может быть усилена надлежащим управлением — например, внесением питательных веществ взамен вынесенных, поддержанием разнообразия растительных видов и обеспечением достаточных периодов регенерации между выпасом или скашиванием травы.

В традиционных сельскохозяйственных системах проводится четкое различие между пахотными и пастбищными

землями. С применением ПМВСХ это различие исчезает, поскольку однолетние культуры в севообороте можно чередовать с пастбищными травами без разрушительной почвенной обработки. Такое «пастбищное выращивание сельскохозяйственных культур» с удовольствием приняли в ряде стран. В Австралии пастбища засевают озимыми, такими как овес, прямым рядковым посевом после вегетирующих летом, главным образом местных, видов. Выгоды, продемонстрированные в полевых экспериментах, включают уменьшение риска переувлажнения, выщелачивания нитратов и эрозии почв¹⁸.

Практические инновации использовали синергизм между растениями, скотом и продукцией агролесоводства, чтобы увеличить экономическую и экологическую устойчивость при одновременном предоставлении потока ценных экосистемных услуг. Посредством возросшего биологического разнообразия, эффективного возвращения в оборот питательных веществ, улучшения здоровья почвы и сохранения лесов такие системы повышают выносливость окружающей среды и

способствуют адаптации к изменению климата и смягчению его последствий. Кроме того, они повышают диверсификацию и оптимизацию средств к существованию, рационализируют

производственные ресурсы, включая труд, и повышают устойчивость к экономическим стрессам¹⁹.



люцерна

Устойчивое производство риса и пшеницы

Устойчивая продуктивность производства риса и пшеницы в одной сельскохозяйственной системе стала возможна на Индо-Гангской равнине в Бангладеш, Индии, Непале и Пакистане благодаря инициативе «Райс-Вит Консортиум» в сотрудничестве с КГМСИ и национальными сельскохозяйственными исследовательскими центрами. Программу начали в 1990-х в ответ на сложившуюся к тому моменту ситуацию – прекращение роста производительности риса и пшеницы, потери органического вещества почвы и уменьшающийся уровень грунтовых вод²⁰.

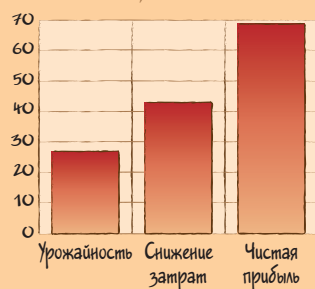
Данная система включает посадку пшеницы после риса с использованием сеялки на тракторной тяге, которая за один проход вносит семена прямо в не вспаханные поля. Поскольку первоначально такая специализированная сельхозтехника в Южной Азии была недоступна, ключевым условием распространения данной технологии было создание местного производственного потенциала, способного поставлять сеялки для нулевой обработки почвы по доступной цене. Выращивание пшеницы по методу нулевой обработки обеспечивает немедленные, зримые и убедительные экономические выгоды. Оно допускает более ранний посев, помогает бороться с сорняками и представляет существенный ресурс для сохранения



пшеница

Экономические преимущества нулевой обработки почвы по сравнению с традиционной обработкой почвы в Харьяне, Индия

(дом. США/га)



Erenstein, O. 2009. Adoption and impact of conservation agriculture based resource conserving technologies in South Asia. In: Proceedings of the 4th world congress on conservation agriculture, February 4–7, 2009, New Delhi, India. New Delhi, World Congress on Conservation Agriculture.

окружающей среды, включающий сокращение потребления дизельного топлива и воды для орошения. Снижение производственных затрат составляет, по расчетам, 52 долл. США на гектар, прежде всего за счет резкого сокращения затрат машинного времени и топлива на подготовку почвы и приживаемость пшеницы.

Около 620 000 тысяч фермеров Индо-Гангской равнины используют эту систему на 1,8 млн. га при среднем приросте доходов, составляющем от 180 до 340 долл. США на домохозяйство. Повторение этого подхода в других регионах потребует полевых исследований адаптивности при участии фермеров, связей между фермерами и поставщиками технологии и, прежде всего, финансово-привлекательных правительственных инициатив²¹.



люцерновое дерево

Агролесоводство

Растет применение агролесоводческих систем, включающих возделывание древесных многолетних растений и однолетних культур, на деградированных землях, обычно с многолетними бобовыми. Почвозащитные методы ведения сельского хозяйства хорошо сочетаются с агролесоводством и несколькими системами лесоводства, и фермеры как в развитых, так и в развивающихся регионах практикуют ее в той или иной форме. Эти системы могут быть усовершенствованы улучшенными сочетаниями культур, включая бобовые, и интеграцией с животноводством. Одной из инноваций в этой области, предлагающей производителям рост урожайности и экономические и экологические блага, являются аллейные посадки растений между

полосами из древесных культур²². Другой прием — посадки различной плотности «удобряющих деревьев», которые повышают биологическую фиксацию азота, сберегают влагу и увеличивают производство биомассы для использования в качестве поверхностного покрытия (см. главу 3, *Здоровье почвы*).

► Рыхлительно-бороздная система в Намибии

Фермеры на севере Намибии применяют почвозащитные методы ведения сельского хозяйства для выращивания устойчивых к засухе сельскохозяйственных культур, в числе которых просо, сорго и кукуруза. В сельскохозяйственной системе используется рыхлитель-бороздорез на тракторной тяге для рыхления твердого почвенного слоя на глубину 60 см и нарезания борозд для сбора дождевых осадков в поле. Собираемая вода концентрируется в корневой зоне сельскохозяйственных культур, которые высеваются в разрыхленные ряды вместе со смесью минеральных удобрений и навоза. Тракторы используются в первый год создания системы. Начиная со второго года, фермеры высевают сельхозкультуры прямо в борозды, используя прямую сеялку и тягловых сельскохозяйственных животных.

Хотя остатки сельхозкультур в основном используются для корма скота, излишек биомассы, произведенной системой, также идет на формирование почвенного покрова. Фермерам также рекомендуется чередовать высеваемые культуры с бобовыми. Эти методы удлиняют период вегетации. Средняя урожайность кукурузы, составлявшая 300 кг/га, с применением рыхлительно-бороздной системы превысила 1,5 т/га.

► Другие производственные системы

Органическое земледелие, если практиковать его в сочетании с почвозащитными методами ведения сельского хозяйства, может улучшить здоровье почвы, обеспечить подъем производительности и повысить эффективность использования органического вещества почвы и энергосбережения.



кукуруза

Органическое земледелие с использованием ПМВСХ обслуживает главным образом нишевые рынки и практикуется в отдельных районах Бразилии, Германии и Соединенных Штатов Америки, а также некоторыми фермерами в Африке, ведущими натуральное хозяйство.

Сменная культивация включает расчистку участков леса под выращивание сельскохозяйственных культур; через какое-то время участок оставляют, обеспечивая естественное восстановление леса и восполнение истощенного запаса питательных веществ для растений. Хотя к сменной культивации часто относятся негативно, ее можно адаптировать в соответствии с принципами УИР. Вместо подсечно-огневой системы фермеры могли бы применять подсечно-мульчирующие системы, в которых диверсифицированные культуры (включая бобовые и многолетники) снижают потребность в расчистке земель. Другие основанные на экосистемном подходе методы, такие как *Система интенсификации рисоводства*, также успешно доказали, что в конкретных контекстах могут служить основой для устойчивой интенсификации²³.

Путь вперед

Сельскохозяйственные производственные системы для устойчивой интенсификации растениеводства должны строиться на трех ключевых технических принципах, обрисованных в этой главе, и внедряться с использованием семи рекомендованных методов управления: минимальное разрушение структуры почвы, постоянный почвенный покров из органики, диверсификация видов, использование высокоурожайных адаптированных сортов от хороших семян, комплексная борьба с вредителями, основанное на здоровом состоянии почвы питание растений и эффективное управление водными ресурсами. Объединение пастбищ, деревьев и домашнего скота в единую производственную систему и использование адекватных и целесообразных энергоносителей и сельскохозяйственной техники также являются ключевыми элементами УИР.

Переход на системы УИР может пройти быстро при наличии благоприятствующей среды или постепенно там, где фермеры сталкиваются со специфическими агроэкологическими, социально-экономическими или организационными препятствиями, включая отсутствие необходимого инвентаря. Хотя отдельные экономические и экологические блага могут быть получены в короткий срок, для достижения полного спектра выгод таких систем в полной мере необходима долгосрочная приверженность УИР всех заинтересованных сторон.

Весьма важным будет мониторинг развития производственных систем и их результатов. Значимые социально-экономические показатели включают доходы в сельском хозяйстве, производительность факторов производства, количество внешних потребляемых факторов, использованных на единицу продукции, количество фермеров, применяющих устойчивые интенсифицированные системы, площадь хозяйств и стабильность производства. Значимые индикаторы эксплуатации экосистемных услуг: удовлетворительные уровни содержания органического вещества в почве, чистый водоток из района интенсивного сельского хозяйства, уменьшение эрозии, выросшее биологическое разнообразие и наличие диких животных в сельскохозяйственных ландшафтах и сокращение «углеродного следа» и выброса парниковых газов.

Производственные системы для УИР требуют больших знаний и отнюдь не являются сложными в изучении и внедрении. Для большинства фермеров, специалистов по распространению сельскохозяйственных знаний, научных работников и директивных органов это новый способ ведения бизнеса. Соответственно, существует насущная необходимость в выстраивании потенциала и предоставления возможностей для обучения (например, в полевых школах обучения фермеров) и технической поддержки с тем, чтобы повысить квалификацию всех участников процесса. Для укрепления национальных и местных институтов потребуются координированная поддержка на международном и региональном уровнях. Учреждениям среднего и высшего образования понадобится обновление учебных планов с включением преподавания принципов и методов УИР.



Глава 3

Здоровье почвы

Сельское хозяйство должно в прямом смысле слова вернуться к корням, заново открыв для себя важность здоровой почвы, использования естественных источников питания растений и разумного применения минеральных удобрений.

Почва – определяющее условие растениеводства. Без нее невозможно ни крупномасштабное производство продовольствия, ни откорм домашнего скота. Поскольку почва – ресурс ограниченный и уязвимый, это драгоценный ресурс, требующий особой заботы от тех, кто его использует. Многие из современных систем управления почвой и растениями являются неустойчивыми. Пример одной крайности: избыточное использование удобрений привело в Евросоюзе к такому накоплению азота (N) в почве, что, по имеющимся оценкам, оно угрожает устойчивости 70 процентов природы¹. Другая крайность: в большинстве районов субсахарской Африки недостаточное использование удобрений означает, что питательные вещества, усвоенные сельскохозяйственными культурами из почвы, не пополняются, что ведет к деградации почвы и снижению урожаев.

Как возникла такая ситуация? Главным фактором стал четырехкратный рост населения Земли за последние сто лет, потребовавший фундаментального изменения в управлении почвой и растениями для производства большего количества продовольствия. Эта цель была достигнута отчасти благодаря созданию и масштабному применению минеральных удобрений, особенно азота, поскольку доступность N для усвоения является наиболее важным из факторов, определяющих продуктивность всех основных сельскохозяйственных культур²⁻⁵.

До открытия минеральных азотных удобрений понадобились столетия на создание запасов азота в почве⁶. Однако взрывной рост производства продовольствия в Азии во время «зеленой революции» был в значительной степени обусловлен интенсивным использованием минеральных удобрений, наряду с улучшенным предварительным отбором растений и орошением. Во всем мире потребление минеральных удобрений за период между 1961 и 2002 годами выросло почти на 350 процентов, с 33 млн. тонн до 146 млн. тонн⁷. На долю минеральных удобрений приходится 40 процентов прироста производства продовольствия, отмеченного за последние 40 лет⁸.

Однако применение удобрений, внося столь значительный вклад в производство продовольствия, дорого обошлось окружающей среде. Сегодня на Азию и Европу приходится самые высокие в мире нормы расхода минеральных удобрений на гектар земли и самые серьезные проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, вызванным чрезмерным использованием удобрений, включая подкисление почвы и воды, загрязнение поверхностных и подземных водных объектов и возросший выброс мощных парниковых газов. В настоящее время в Китае коэффициент использования азота составляет всего лишь 26–28 процентов для риса, пшеницы и кукурузы и менее 20 процентов для овощных культур⁹. Остальной азот просто теряется в окружающей среде.

Воздействие минеральных удобрений на окружающую среду определяется управлением – расчетом оптимального количества (сколько удобрения вносятся в сравнении с тем, сколько выносятся растениями из почвы), методом и сроками внесения. Другими словами, именно *эффективность* применения удобрений, особенно N и фосфора (P), определяет, является этот аспект управления почвой благом для растений или бедой для окружающей среды.

Задача, следовательно, состоит в том, чтобы отказаться от существующих нерациональных методов и перейти к земледелию, которое может обеспечить надежную основу для устойчивой интенсификации растениеводства. Масштабные изменения в управлении почвой необходимы во многих странах. Рекомендуемые в этой книге новые подходы основаны на работе, проведенной ФАО¹⁰⁻¹² и многими другими организациями¹³⁻²⁰, и сосредоточены на управлении здоровьем почвы.

Принципы управления здоровьем почвы

Здоровье почвы определяется как: «способность почвы функционировать как живая система. Здоровые почвы содержат многообразное сообщество почвенных организмов, которые помогают бороться с болезнями растений, насекомыми-вредителями и сорняками, образуют полезные симбиотические ассоциации с корнями растений, возвращают в оборот необходимые питательные вещества растений, улучшают структуру почвы с положительными последствиями для способности почвы удерживать воду и питательные вещества и в конечном счете совершенствуют растениеводство»²¹. К этому определению можно добавить экосистемный аспект: здоровая почва не загрязняет окружающую среду, но, напротив, вносит вклад в смягчение последствий изменения климата, поддерживая или увеличивая свое содержание углерода.

Почва содержит одну из самых разнообразных совокупностей живых организмов на Земле, тесно связанных через сложную трофическую цепь. В зависимости от того, как управляют почвой, она может быть больной или здоровой. Две крайне важных характеристики здоровой почвы – это богатое разнообразие ее биоты и высокое содержание неживого органического вещества почвы. Если содержание органического вещества увеличивается или поддерживается на уровне, достаточном для продуктивного роста растений, есть все основания считать, что почва здорова. Здоровая почва устойчива к массовым появлениям распространяющихся через почву вредителей. Так, растение-паразит стрига (*Striga*) представляет гораздо меньшую проблему на здоровых почвах²². Даже ущерб, наносимый вредителями, обитающими вне почвы, такими как стеблевые пилильщики, на плодородных почвах меньше²³.

В тропиках разнообразие почвенной биоты выше, чем в регионах с умеренным климатом²⁴. Поскольку в будущем сельское хозяйство в тропиках в целом станет развиваться быстрее, тропические агроэкосистемы находятся под особой угрозой деградации почвы. Любой ущерб биологическому разнообразию и, в конечном счете, функционированию экосистемы, в тропиках затронет фермеров, ведущих сельскохозяйственное производство для собственных нужд, сильнее, чем в других регионах, поскольку такие фермеры в большей степени зависят от экосистемы и экосистемных услуг.

Функциональные взаимодействия почвенной биоты с органическими и неорганическими компонентами, воздухом и водой определяют потенциал почвы удерживать и высвобождать питательные вещества и воду и способствовать и поддерживать рост растений. Сами по себе большие запасы питательных веществ не гарантируют высокого плодородия почвы или вы-

сокой урожайности растений. Поскольку растения получают большую часть питательных веществ в водорастворимой форме, главная роль принадлежит трансформации и круговороту питательных веществ посредством процессов, которые могут быть биологическими, химическими или физическими. Питательные вещества необходимо доставить к корням растений свободно текущей водой. Следовательно, структура почвы – еще один ключевой компонент здоровья почвы, поскольку она определяет и способность почвы удерживать влагу, и глубину проникновения корней. Глубина проникновения корней может сдерживаться физическими ограничениями, такими как высокий уровень грунтовых вод, наличие подстилающей скальной породы или другими непроницаемыми пластами, а также химическими проблемами, такими как кислотность почвы, засоление, содовое засоление или наличие токсических веществ.

Недостаток любого из 15 питательных веществ, необходимых для роста растений может ограничивать урожайность. Чтобы добиться высокой продуктивности, необходимой, чтобы удовлетворить существующую и прогнозируемую в будущем потребность в продовольствии, крайне важно обеспечить их доступность в почве и внесение оптимальных количеств органических питательных веществ и, при необходимости, минеральных удобрений. Своевременное обеспечение питательными микроэлементами в так называемых «обогащенных удобрениях» является потенциальным средством для улучшения питания растений в случае их нехватки в почве.

Помимо этого, азот можно вносить в почву посредством включения азотфиксирующих бобовых и деревьев в системы земледелия (см. также главу 2, *Системы ведения сельского хозяйства*). Благодаря глубоко проникающим корням, деревья и некоторые почвоулучшающие бобовые растения способны выкачивать из подпочвы питательные вещества, которые в противном случае никогда не достигли бы сельскохозяйственных культур. Питание растений может быть улучшено другими биологическими ассоциациями – например, микоризой, симбиозом корней растения и грибов, который помогает маниоке получать фосфор из истощенных почв. Там, где такие экосистемные процессы не в состоянии обеспечить питательные вещества в количествах, нужных для высоких урожаев, интенсивное производство будет зависеть от рационального и эффективного внесения минеральных удобрений.

Сочетание экосистемных процессов с рациональным использованием минеральных удобрений формирует основу системы устойчивого управления здоровьем почвы, обладающую потенциалом для производства более высоких урожаев при использовании меньшего количества внешних факторов производства.

Технологии, позволяющие «сохранять и приумножать»

Ни одна технология в отдельности, видимо, не может устранить все конкретные ограничения, связанные со здоровьем и плодородием почвы, характерные для разных местностей. Однако базовые принципы надлежащего управления здоровьем почвы, обрисованные выше, успешно применяются в широком диапазоне сельскохозяйственных экосистем и в различных социально-экономических условиях.

Основываясь на принципах управления здоровьем почвы, исследования в разных регионах мира определили несколько «самых лучших» технологий. Следующие примеры описывают системы управления растениеводством, обладающие высоким потенциалом применения для интенсификации и устойчивого производства. Они решают специфические проблемы плодородия почвы в различных агроэкологических зонах и широко применяются фермерами. Данные технологии могут служить моделями для национальных партнеров при разработке политики, которая поощряла бы фермеров осваивать эти технологии в качестве составной части устойчивой интенсификации.

Повышение содержания органической материи в почве в Латинской Америке

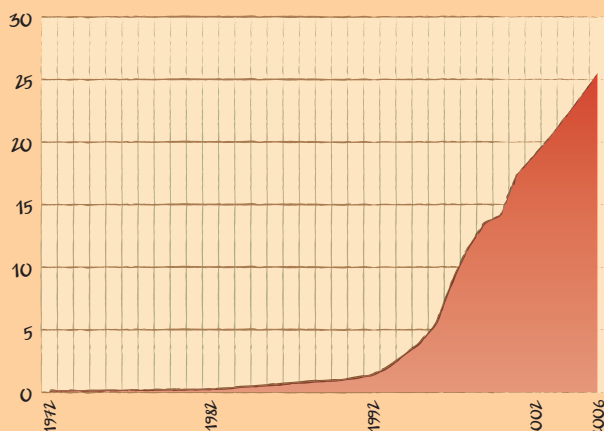
Окисилы и ультисилы являются преобладающими типами почвы в тропической саванне серраду в Бразилии и влажных тропических лесах в бассейне Амазонки и широко распространены в африканской зоне влажных лесов. Одни из самых старых на планете, эти почвы бедны питательными веществами и очень кислы из-за низкой способности удерживать питательные вещества, и в частности усваивать катионы, в поверхностном слое и подпочвенных горизонтах. Кроме того, располагаясь в регионах с высоким уровнем осадков, эти почвы очень склонны к эрозии, если их поверхность не защищена растительным покровом.

При переводе земли в агропользование с заменой естественной растительности сельскохозяйственными культурами необходимо уделять особое внимание минимизации потерь органического вещества почвы. Системы управления для окисилей и ультисилей были разработаны так, чтобы сохранить или даже увеличить содержание органического вещества путем обеспечения постоянного почвенного покрова с использованием мульчирующего материала, богатого углеродом, и минимальной или нулевой обработки поверхности почвы. Эти методы являются ключевыми компонентами основанного на УИР подхода.

Такие системы быстро осваиваются фермерами во многих частях Латинской Америки, особенно в гумидных и субгумидных зонах, поскольку они сдерживают эрозию почвы и генерируют свободный капитал, сокращая трудозатраты. Освоению способствовало тесное сотрудничество между правительственными исследовательскими и консультационными службами, объединениями фермеров и частными компаниями, производящими агрохимикаты, семена и

de Moraes Sá, J.C. 2010. No-till cropping system in Brazil: Its perspectives and new technologies to improve and develop. Presentation prepared for the International Conference on Agricultural Engineering, 6-8 September 2010, Clermont-Ferrand, France (<http://www.ageng2010.com/files/file-inline/J-C-M-SA.pdf>).

Расширение территории нулевой обработки почвы в Бразилии (млн. га)



сельскохозяйственную технику. Основанные на нулевой обработке почвы агросистемы быстро распространились и в настоящее время охватывают 26 млн. га окисилей и ульτισилей в Бразилии.

► Биологическая фиксация азота для обогащения N-бедных почв в африканских саваннах

Растениеводство в саваннах западной, восточной и южной частей Африки серьезно ограничено дефицитом N и P в почвах^{17, 25}, так же как и дефицитом питательных микроэлементов, таких как цинк и молибден. Использование бобовых культур и деревьев, способных связывать атмосферный азот, в сочетании с внесением минеральных фосфорных удобрений, продемонстрировало очень многообещающие результаты в ходе полевых оценок, проводившихся Институтом биологии и плодородия почвы в тропиках, Всемирным центром агролесоводства и Международным институтом тропического сельского хозяйства (МИТСХ).

Сочетание внесения минеральных удобрений и посадки зернобобовых культур двойного назначения, таких как соя, в междурядьях (одновременная посадка или подсадка во время вегетации кукурузы), увеличило урожаи кукурузы в Кении на 140-300 процентов¹⁷ и привело к положительному балансу N в системе земледелия.

Зернобобовые культуры двойного назначения формируют большое количество биомассы своими корнями и ботвой, а также дают удовлетворительный урожай зерна. Несколько фермерских сообществ в Восточной и Южной Африке уже освоили эту систему²⁶. Ее дополнительное преимущество состоит в том, что она помогает фермерам бороться со стригой — некоторые сорта сои служат «растениями-приманками», провоцируя семена стриги прорастать в отсутствие кукурузы или сорго — обычных хозяев для этого сорняка-паразита^{10, 27}.

В восточной и южной частях Африки выращивание кукурузы на почвах с дефицитом азота стало более продуктивным благодаря занятым парам с использованием древесных и кустарниковых семейства бобовых. Такие растения, как сесбания египетская (*Sesbania sesban*), тephрозия Фогеля

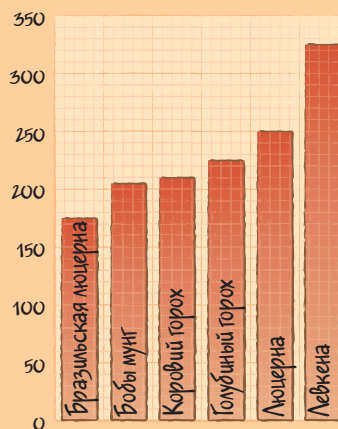
(*Tephrosia vogelii*) и кроталария бледно-желтая (*Crotalaria ochroleuca*), накапливают в своих листьях и корнях в среднем от 100 до 200 кг азота на гектар — две трети этого количества за счет фиксации азота — за период от шести месяцев до двух лет. Вкупе с последующими внесениями минерального удобрения такие занятые пары обеспечивают количество азота, достаточное для последующего возделывания кукурузы до трех лет подряд, с урожаями в четыре раза выше по сравнению с урожаями, полученными в системах, не применяющих пары.

Исследования показывают, что агролесоводческая система с занятыми парами может за 20 лет утроить накопление углерода в почве²⁸. Эта система оказалась столь успешной, что десятки тысяч фермеров в Кении, Малави, Мозамбике, Уганде, Объединенной Республике Танзания, Замбии и Зимбабве сейчас адаптируют ее элементы к местным условиям.



Sesbania sesban

Средние объемы фиксации азота бобовыми культурами (кг N/га/год)



FAO. 1984. Legume inoculants and their use. Rome.



Faidherbia albida

► Вечнозеленое земледелие в регионе Сахель

Африканская акация беловатая (ботанически корректное название: файдхербия беловатая, *Faidherbia albida*) — естественный компонент земледельческих систем в регионе Сахель.

Она хорошо совместима с

продовольственными культурами, поскольку не конкурирует с ними за свет, питательные вещества или воду. К тому же это дерево во время сезона дождей сбрасывает богатые азотом листья, тем самым обеспечивая покровный слой, который также служит естественным удобрением для сельскохозяйственных культур. По данным замбийского Отдела почвозащитного земледелия, посаженная рядом с деревьями файдхербии кукуруза без вноса удобрений дает урожай в 4,1 тонны с гектара по

сравнению с 1,3 тонны кукурузы, посаженной вблизи деревьев, но за пределами кроны²⁹. Сегодня более 160 000 фермеров в Замбии выращивают продовольственные культуры на 300 000 га с деревьями файдхербии. Столь же обнадеживающие результаты наблюдаются в Малави, где урожаи кукурузы вблизи деревьев файдхербии почти в три раза выше, чем урожаи на землях, где файдхербии нет. В Нигере сейчас свыше 4,8 млн. га заняты под агролесоводческие хозяйства на основе файдхербии, дающие повышенный урожай проса и сорго.

Тысячи мелких хозяйств на неорошаемых землях в Буркина-Фасо также переходят на эти «вечнозеленые» системы земледелия.

► Глубокое внесение мочевины под рис в Бангладеш

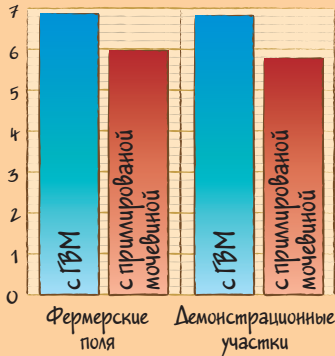
По всей Азии фермеры вносят азотное удобрение под рис перед пересадкой, разбрасывая основную порцию мочевины по влажной почве или воде, и затем в течение нескольких недель после пересадки проводят одну или несколько поверхностных подкормок мочевиной вплоть до стадии цветения. Такие методы агрономически и экономически неэффективны и наносят вред окружающей среде. Растения риса используют примерно треть от внесенного удобрения³⁰, тогда как большая часть оставшегося N попадает в атмосферу и в поверхностный сток воды. Только небольшое количество остается в почве и в целом доступно последующим поколениям растений.

Одним из способов сокращения потерь N является спрессовывание приллированной мочевины в супергранулы мочевины (СГМ), которые вносят в почву на глубину 7–10 см между растениями. Известный как глубокое внесение мочевины (ГВМ), этот метод удваивает количество N, усвоенного растениями^{31–35}, сокращает потери N в атмосферу и поверхностный сток воды, и обеспечивает средние приросты урожая на фермерских полях в 18 процентов. Международный центр по применению удобрений и Агентство США по международному развитию помогают мелким сельскохозяйственным производителям в Бангладеш увеличить

Урожайность сельскохозяйственных культур под кроной файдхербии беловатой *Faidherbia albida* и за пределами кроны (м/га)



Средняя урожайность риса при использовании прилированной мочевины и глубокого внесения мочевины (ГВМ)*, Бангладеш, 2010 г. (т/га)



* Данные собраны с 301 фермерского участка и 76 демонстрационных участков

IFDC. 2010. Improved livelihood for Sidr-affected rice farmers (ILSAFARM). Quarterly report submitted to USAID-Bangladesh, No. 388-A-00-09-00004-00. Muscle Shoals, USA.

масштабы применения технологии ГВМ во всей стране. Цель программы – за пять лет охватить два миллиона фермеров³⁶. Эта технология быстро распространяется в Бангладеш и рассматривается 15 другими государствами, главным образом в Африке к югу от Сахары. Оборудование, используемое в Бангладеш для производства СГМ, выпускается местными производителями и стоит от 1 500 до 2 000 долл. США.

► Управление питанием растений в интенсивном рисоводстве с учетом местных условий

Международный научно-исследовательский институт риса и его национальные партнеры разработали систему управления питанием растений с учетом местных условий (СУПРУМУ) для высокоинтенсивного рисоводства. СУПРУМУ – сложная, основанная на знаниях система, ориентированная на выращивание двух и трех урожаев монокультуры риса в год на одном участке без ротации. Испытания на 180 участках в восьми областях орошаемого рисоводства в Азии показали,

что данная система обеспечила увеличение коэффициента усвоения азота растениями на 30-40 процентов, главным образом благодаря улучшенному управлению внесением азота. На всех участках в четырех культурах риса подряд рентабельность выросла в среднем на 12 процентов.

В нескольких провинциях Китая применение СУПРУМУ позволило на треть сократить использование фермерами азотных удобрений, при этом увеличив урожай на 5 процентов³⁷. На Великой Китайской равнине благодаря стратегии управления внесением N с учетом местных условий стало возможным увеличить эффективность усвоения азота почти на 370 процентов⁹. Поскольку коэффициент использования растением азота из азотного удобрения в системах интенсивного рисоводства составляет всего лишь 30 процентов или около того, такой поразительный успех вносит значительный вклад в сокращение негативных воздействий производства риса на окружающую среду. В настоящее время сложная технология СУПРУМУ упрощается, чтобы облегчить ее более широкое применение фермерами.



рис

Путь вперед

Для улучшения существующей практики земледелия и обеспечения прочной базы для успешного внедрения устойчивой интенсификации растениеводства требуются следующие действия. Ответственность за их осуществление лежит на национальных партнерах, помощь которым оказывает ФАО и другие международные организации.

Создание национальных нормативно-правовых актов, регулирующих устойчивое земледелие. Благоприятная политика должна поощрять фермеров к внедрению устойчивых систем ведения сельского хозяйства, основанных на здоровье почвы. Потребуется уверенное руководство, чтобы внедрять и контролировать передовые практические методы, при активном участии мелких фермеров и их сообществ. Правительства должны быть готовы к принятию мер по регулированию методов сельскохозяйственного производства, которые ведут к деградации почвы или представляют серьезную угрозу для окружающей среды.

Мониторинг здоровья почвы. Директивным органам и национальным институтам, ответственным за окружающую среду, требуются методы и инструменты для контроля результатов применения сельскохозяйственных методов. Хотя мониторинг здоровья почвы – очень сложная задача, в настоящее время ведется работа по его внедрению в глобальном³⁸ и на региональных и местных уровнях³⁹. Мониторинг последствий сельскохозяйственного производства значительно усовершенствовался в развитых странах, но во многих развивающихся странах только начинается. ФАО и ее партнеры выработали перечень методов и инструментов для задач мониторинга и оценки⁴⁰. Следует различать ключевые индикаторы качества почвы, требующие незамедлительной разработки, и те, что потребуют долгосрочной разработки⁴². К первым относятся содержание органического вещества в почве, баланс питательных веществ, разрыв между фактическим и потенциальным урожаями, интенсивность и многообразие землепользования и почвенно-растительный покров. Показателями, которые еще предстоит разработать, являются качество почвы, деградация земли и сельскохозяйственное биоразнообразие.

Создание потенциала. Управление здоровьем почвы требует больших знаний и опыта, и для его широкого внедрения необходимо создание потенциала посредством программ подготовки для консультантов и фермеров. Также необходимо повышение, как на национальном, так и на международном уровне, квалификации научных работников для обеспечения усовершенствованных знаний, необходимых для обеспечения усовершенствованного управления качеством почвы в соответствии с ПМВСХ. Директивным органам следует изучить новые подходы, такие как группы поддержки гибкого научно-исследовательского сотрудничества⁴⁶, которые обеспечат техническую поддержку и стажировки сотрудникам национальных научно-исследовательских институтов, и преобразовать результаты исследований в практические руководства для мелких фермеров. Необходимо укрепить национальный потенциал проведения полевых исследований и сосредоточиться на проблемах территориальной и временной изменчивости, посредством, например, лучшего использования моделирования экосистем.

Распространять информацию и пропагандировать выгоды. Любое крупномасштабное внедрение управления здоровьем почвы требует, чтобы вспомогательная информация была широко доступной, особенно по каналам, знакомым для фермеров и специалистов по распространению сельскохозяйственных знаний. Учитывая высочайший приоритет здорового состояния почвы в ПМВСХ, в распространении информации должны участвовать не только национальные газеты и радиопрограммы, но и современные информационные и коммуникационные технологии, такие как мобильные телефоны и Интернет, которые могут быть гораздо более эффективными в информировании молодых фермеров.



Глава 4

Культуры и сорта

Фермерам потребуется генетически разнообразный ассортимент улучшенных сортов сельскохозяйственных культур, которые подходят к различным агроэкосистемам и методам ведения хозяйства и устойчивы к изменению климата.

Устойчивая интенсификация растениеводства потребует растений и сортов, которые лучше адаптированы к основанным на экологическом подходе производственным системам, чем те, что доступны в настоящее время и были выведены для ресурсоемкого сельского хозяйства. Целевое использование внешних факторов производства потребует растений, которые более урожайны, эффективнее используют питательные вещества и воду, у которых выше сопротивляемость насекомым-вредителям и болезням и устойчивость к засухе, затоплению, заморозкам и высоким температурам. Необходимо, чтобы сорта для УИР были адаптированы к менее благоприятным районам и производственным системам, производили продукты с более высокой питательной ценностью и желаемыми органолептическими свойствами и помогали улучшить предоставление экосистемных услуг.

Эти новые растения и сорта будут использоваться во все более разнообразных производственных системах, где не менее важным будет сопутствующее сельскохозяйственное биоразнообразие – домашний скот, опылители, естественные враги вредителей, почвенные организмы и азотфиксирующие деревья. Пригодные для УИР сорта необходимо будет адаптировать к меняющимся методам производства и сельскохозяйственным системам (см. главу 2) и комплексной борьбе с вредителями (см. главу 6).

УИР будет осуществляться в сочетании с адаптацией к изменению климата, которое, как ожидается, приведет к изменениям в сезонности, частоте и количеству осадков, с серьезными засухами в одних районах и наводнениями в других. Возрастет распространенность экстремальных погодных явлений наряду с эрозией почвы, деградацией земельных ресурсов и сокращением биологического разнообразия. Многие характеристики, требующиеся для адаптации к изменению климата, аналогичны характеристикам, требующимся для УИР. Возросшее генетическое разнообразие улучшит адаптивность, в то время как большая устойчивость к биотическим и абиотическим стрессовым факторам улучшит устойчивость систем земледелия к внешним воздействиям.

Внедрение УИР означает не только создание ассортимента новых сортов, но и расширение диапазона существующих сельскохозяйственных культур, многим из которых в настоящее время селекционеры в государственном и частном секторе уделяют мало внимания. Фермерам также понадобятся средства и возможности для применения этих растений в различных производственных системах. Вот почему управление генетическими ресурсами растений (ГПР), улучшение культур и сортов и снабжение фермеров подходящими высококачественными семенами и посадочным материалом являются определяющим факторами УИР.

Принципы, концепции и препятствия

Система, которая будет обеспечивать фермеров высокоурожайными и адаптированными сортами, состоит из трех частей: *сохранение и распределение ГРР, работа с сортами и производство и поставка семян*. Чем прочнее связи между этими частями системы, тем лучше будет функционировать система в целом. Для работы с сортами потребуются сохраненные и улучшенные материалы, а новые сорта необходимо будет создавать со скоростью, отвечающей меняющимся потребностям и критериям. Принципиально важно своевременное снабжение фермеров соответственно адаптированными материалами надлежащего качества и в надлежащем количестве и по приемлемой цене. Чтобы хорошо функционировать, данная система нуждается в надлежащей организационно-административной базе, а также процедурах и практических методах, которые поддерживают ее составные части и связи между ними.

Усовершенствованное сохранение ГРР – *ex situ*, *in situ* и в фермерских хозяйствах – и улучшенное снабжение различных пользователей генетическим материалом зависят от координированных усилий на международном, национальном и местном уровнях¹. Сегодня в генных банках всего мира хранится около 7,4 млн. образцов. Их дополняет сохранение *in situ* традиционных местных сортов и диких родичей сельскохозяйственных растений национальными программами и фермерами, и материалов, с которыми работают селекционные программы в государственном и частном секторах². Сильные национальные программы сохранения природных ресурсов в сочетании с улучшенной доступностью и развитым распределением расширенного диапазона межвидового и внутривидового разнообразия будут играть решающую роль в успешном внедрении УИР.

Технические, нормативные и организационно-административные вопросы влияют на эффективность программ улучшения сельскохозяйственных культур. Для предварительного отбора сортов требуется широкий диапазон разнообразных материалов. Молекулярная генетика и другие биотехнологические методы сегодня широко используются как в национальных, так и в частных программах селекции и могут внести существенный вклад в селекционные цели УИР³. Организационно-регулятивная деятельность должна включать не только районирование сортов, но и положения о защите интеллектуальной собственности, законы о семенах и использование рестрикционных технологий.

Выгоды от сохранения ГРР и селекции растений не будут реализованы, пока качественные семена улучшенных сортов не попадут к фермерам посредством эффективной системы производства и обеспечения семенами. Необходимо, чтобы после сортоиспытания перспективных материалов, полученных в программах селекции, лучшие сорта незамедлительно районировались для производства семян первого поколения. Сертифицированное семеноводство наряду с контролем качества, осуществляемые национальными службами семеноводства, являются обязательными следующими шагами, предваряющими продажу семян фермерам. И государственный, и частный секторы должны поддерживать эту производственно-сбытовую цепь, и, при

наличии возможности, местным производителям семян следует производить сертифицированные семена и предлагать их фермерам на рынке.

Мелкие фермеры во всем мире по-прежнему сильно зависят от семян, которые сохранили от прошлого урожая, и их доступ к коммерческим системам семеноводства крайне ограничен. В некоторых странах много больше 70 процентов семян, даже главных продовольственных культур, распространяется через неформальные семеноводческие системы. Как официальная, так и фермерская системы семеноводства будут ключевыми в распространении адаптированных для УИР материалов. Разнообразные процедуры и правовые механизмы, утвержденные для поддержки УИР, должны учитывать, как функционируют фермерские системы семеноводства, и укреплять их в целях увеличения доступа новых материалов к растениеводам.

Обеспечение способности различных служб селекции, ГРР и системы поставки семян удовлетворять потребности ПМВСХ требует действенной нормативно-правовой базы, соответствующих институтов, непрерывно действующей программы укрепления потенциала и, прежде всего, участия фермеров. Так же важна мощная исследовательская программа, нацеленная на предоставление информации, новых технологий и материалов. В идеале такая программа должна отражать знания и опыт фермеров, укреплять связи между фермерами и учеными, представляющими разные отрасли науки, и удовлетворять динамические и меняющиеся потребности систем УИР.

Концепции, позволяющие «сохранять и приумножать»

► Совершенствовать сохранение и использование генетических ресурсов растений

Генетические ресурсы растений — межвидовое и внутривидовое разнообразие культур, сортов и диких родичей культурных растений — главный элемент в развитии сельского хозяйства и улучшения количества и качества продовольствия и другой сельскохозяйственной продукции. Гены традиционных сортов и диких родичей культурных растений легли в основу «зеленой революции», обеспечив полукарликовые признаки современных сортов пшеницы и риса, а также устойчивость растений к основным насекомым-вредителям и заболеваниям.

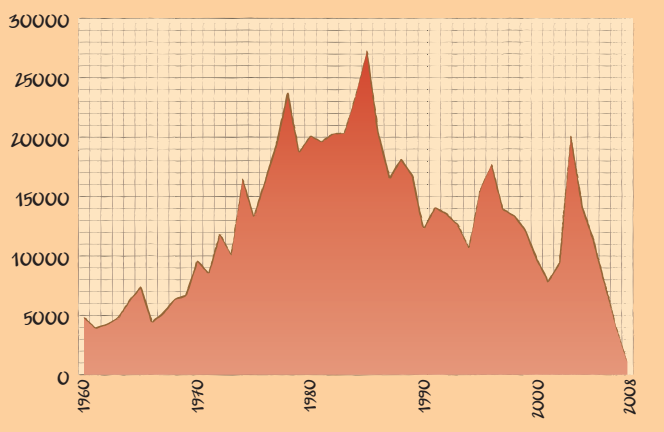
Успех УИР будет зависеть от использования ГРР новыми и усовершенствованными способами. С другой стороны, важная роль генов местных сортов и диких родичей культурных растений в создании новых сортов подкрепляется растущей во всем мире обеспокоенностью потерей разнообразия и необходимостью его эффективного сохранения. Международное признание важности ГРР отражено в выводах Всемирного саммита по продовольственной безопасности⁴, проходившего в 2009 году, ратификации более чем 120 странами

Международного договора о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства⁵ и стратегических целях Конвенции о биологическом разнообразии⁶.

В привлечении генетических ресурсов растений для решения задач устойчивой интенсификации важнейшую роль будет играть международное сотрудничество. Международные программы действий по сохранению и устойчивому использованию ГРР были значительно упрочены Международным договором о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, Глобальным доверительным фондом разнообразия культурных растений и Программой работ по сельскохозяйственному биологическому разнообразию КБР. Формируется глобальная система, которая может обеспечить поддержку УИР. Поскольку значительная часть материала, который потребуется для УИР в отдельно взятой стране, может храниться в других странах или в международных генных банках КГМСИ, национальное участие в международных программах будет играть решающую роль.

Развивающимся странам необходимо усилить свои национальные программы ГРР принятием соответствующего законодательства, которое бы в полной мере обеспечивало выполнение положений МДГРРПСХ. Соответствующие рекомендации подготовлены⁷, и в настоящее время секретариат Международного Договора, «Байоверсити Интернэшнл» и ФАО в сотрудничестве с 15 государствами работают над вопросами их реализации. Выполнение Глобального плана действий по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения

Количество образцов, собираемых ежегодно с 1960 г. и хранящихся в основных генных банках



FAO. 2010. The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome.

сельского хозяйства в новой редакции и Статьи 9 МДГРПСХ «Права фермеров» внесет значительный вклад в создание действующей на национальном уровне рамочной программы реализации УИР.

Для внедрения стратегий устойчивой интенсификации странам необходимо знать степень распространения и распределение разнообразия видов культурных растений и их диких родичей. Усовершенствованы технологии для картографирования и локализации разнообразия, находящегося под угрозой в результате изменения климата⁸. Крупный проект, осуществляемый при поддержке Глобального экологического фонда в Армении, Боливии, Шри-Ланке, Узбекистане и на Мадагаскаре, выработал и протестировал способы улучшения охраны и использования диких родичей культурных растений. В рамках данного проекта разработаны и внедрены планы управления сохранением территорий и видов, определены действия по управлению последствиями изменения климата с целью сохранения полезного разнообразия и инициированы программы селекции растений, использующие новые материалы, которые были идентифицированы благодаря работе по охране и назначению приоритетов⁹.

Интенсификация потребует увеличения поступления генетических материалов и перспективных сортов в программы селекции. Многосторонняя система доступа и совместного использования выгод в соответствии с МДГРПСХ обеспечивает необходимую международную рамочную стратегию, хотя, учитывая возросшее значение разнообразия для УИР, может потребоваться ее распространение на большее число культур, чем те, что в настоящее время перечислены в Приложении 1 к данному договору. С технической



дикая пшеница

стороны имеется ряд процедур для идентификации пригодных материалов в крупных коллекциях, таких как Стратегия целевой идентификации растений,



бананы

предназначенных для использования в программах по выведению, улучшению или сохранению сортов, вырабатывающаяся в настоящее время¹⁰. Перемещение генетического материала потребует также усовершенствования фитосанитарного потенциала и методов, а также возможностей распространения материалов генными банками.

Полномасштабные описание и оценка коллекций генных банков на национальном и местном уровнях, при участии фермеров в оценке потенциально полезного материала, станут ключевым вкладом в усовершенствование использования ГРР. Эффективное использование коллекций требует также серьезных исследовательских программ и программ предварительного отбора растений. Чтобы помочь развитию этого потенциала, Глобальная партнерская инициатива по наращиванию потенциала селекции растений в настоящее время готовит руководство по предварительному отбору. В конечном счете, однако, для повышения национального научно-исследовательского потенциала сельского хозяйства потребуется поддержка со стороны государственных органов и частного сектора селекции, с введением в университетах курсов по охране природы и селекции растений для УИР.

► Создание улучшенных и адаптированных сортов

Устойчивая интенсификация требует сортов сельскохозяйственных культур, которые соответствуют потребностям различных агротехник и фермеров, работающих в разнообразных сельскохозяйственных экосистемах, и адаптированы к последствиям изменения климата. Важные наследственные признаки будут включать повышенную устойчивость к жаре, засухе и заморозкам, повышенный коэффициент использования потребляемых факторов и повышенную сопротивляемость вредителям и болезням. Устойчивая интенсификация будет включать создание большего числа сортов, созданных на основе более разнообразного селекционного материала.



Поскольку создание новых сортов требует многолетней работы, программы селекции должны быть стабильными и укомплектованными компетентными кадрами, а также надлежащим образом финансироваться. Селекционные компании как из государственного, так и частного сектора будут играть важную роль в создании таких сортов, притом что компании из государственного сектора часто сосредотачиваются на профилирующих культурах, в то время как частный сектор — больше на товарных культурах. Чем более открытой и активной будет система, тем вероятнее создание требуемых материалов.

Важным шагом вперед будет значительный рост государственной

поддержки исследований по предварительному отбору и селекции. УИР нуждается в новых материалах, в пересмотре целей и методов селекции и использовании подходов популяционной селекции. Такие свойства, как устойчивость и стабильность продукции, должны быть наследуемыми и не зависящими от внешних потребляемых факторов.

Не представляется вероятным, что традиционные государственные или частные программы селекции, ресурсы которых ограничены, смогут обеспечивать все необходимое количество растительного материала или производить наиболее целесообразные сорта, особенно малораспространенных культур. Селекция растений с участием фермеров может помочь заполнить этот пробел.

Например, Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ИКАРДА) совместно с Сирийской Арабской Республикой и другими странами Ближнего Востока и Северной Африки реализовал программу по селекции ячменя с участием фермеров, поддерживающую высокий уровень разнообразия и позволяющую получить улучшенный материал, способный приносить хорошие урожаи в условиях очень скудных осадков (менее 300 мм в год). Фермеры участвуют в отборе исходного материала и его оценке в полевых условиях. В Сирии благодаря этой программе удалось добиться значительного роста урожая ячменя и увеличения устойчивости сортов к стрессу, вызванному засухой¹¹.

Необходимы нормативно-правовые акты, которые поддерживали бы производство новых сортов и обеспечивали адекватную прибыль селекционным программам как в государственном, так и в частном секторах. Возможно, такие регулирующие инструменты должны стать более открытыми и гибкими, чем существующие сегодня процедуры на основе патентов или соглашения в соответствии с Международным союзом по охране новых сортов растений (UPOV). Такие свойства адаптированных к УИР сортов, как однородность и стабильность, могут отличаться от тех, что в настоящее

время предусматриваются в рамках UPOV, и права фермеров, как их определяет МДГРПСХ, должны быть учтены. Прежде всего нормативно-правовые акты должны поддерживать быстрое районирование адаптированных к УИР материалов; во многих странах стадия утверждения новых сортов занимает слишком много времени.

Организационная структура, которая поддерживает создание и районирование новых сортов, в ряде стран слаба. Необходимо будет адаптировать университетские и другие программы обучения так, чтобы готовить в больших количествах селекционеров растений и специалистов, обученных применению методов улучшения растений для УИР. Необходимо более масштабное участие фермеров в определении задач селекции и самом процессе селекции. Службы распространения сельскохозяйственных знаний необходимо усилить с тем, чтобы они реагировали на явно выраженные нужды фермеров и предоставляли рациональное практическое руководство по культивированию новых сортов.

■ Улучшение производства и распределения семян

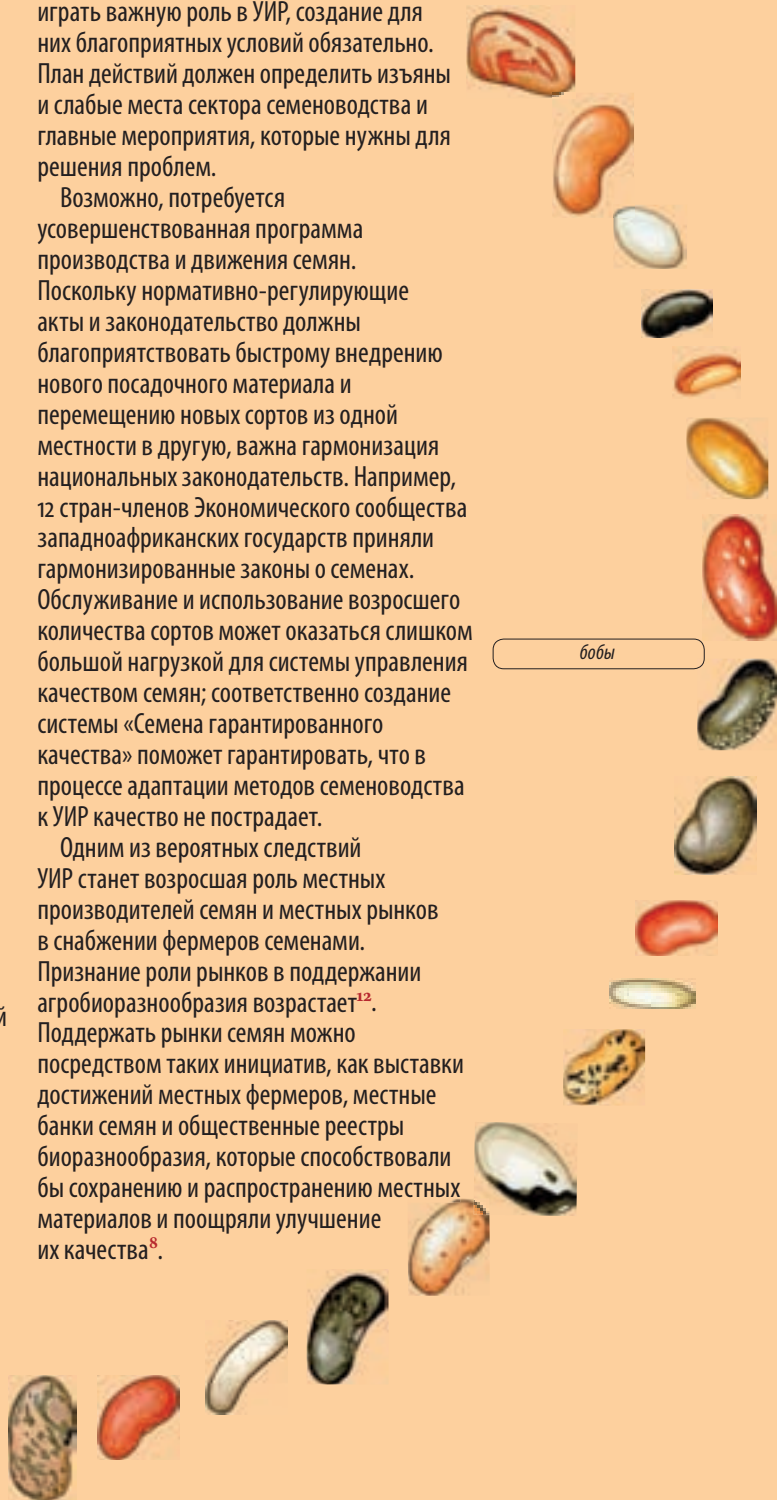
Ключевым моментом при планировании программ УИР является определение состояния национальной семеноводческой системы и ее потенциала для усовершенствования обеспечения фермеров высококачественными семенами адаптированных сортов. Первым шагом должна стать выработка, в ходе консультаций со всеми ключевыми заинтересованными лицами, надлежащей политики в области производства и распределения семян и нормативов, регулирующих районирование сортов.

Такая политика должна обеспечить основу для лучшей координации работы государственного и частного секторов, а также представить план действий по развитию индустрии семеноводства, способной обеспечить потребности фермеров в высококачественных семенах. Во многих развивающихся странах необходимо, чтобы такая политика признала

семена, сохраненные фермерами от прошлых урожаев, основным источником посадочного материала. Поскольку местные семеноводческие предприятия будут играть важную роль в УИР, создание для них благоприятных условий обязательно. План действий должен определить изъяны и слабые места сектора семеноводства и главные мероприятия, которые нужны для решения проблем.

Возможно, потребуется усовершенствованная программа производства и движения семян. Поскольку нормативно-регулирующие акты и законодательство должны благоприятствовать быстрому внедрению нового посадочного материала и перемещению новых сортов из одной местности в другую, важна гармонизация национальных законодательств. Например, 12 стран-членов Экономического сообщества западноафриканских государств приняли гармонизированные законы о семенах. Обслуживание и использование возросшего количества сортов может оказаться слишком большой нагрузкой для системы управления качеством семян; соответственно создание системы «Семена гарантированного качества» поможет гарантировать, что в процессе адаптации методов семеноводства к УИР качество не пострадает.

Одним из вероятных следствий УИР станет возросшая роль местных производителей семян и местных рынков в снабжении фермеров семенами. Признание роли рынков в поддержании агробиоразнообразия возрастает¹². Поддержать рынки семян можно посредством таких инициатив, как выставки достижений местных фермеров, местные банки семян и общественные реестры биоразнообразия, которые способствовали бы сохранению и распространению местных материалов и поощряли улучшение их качества⁸.

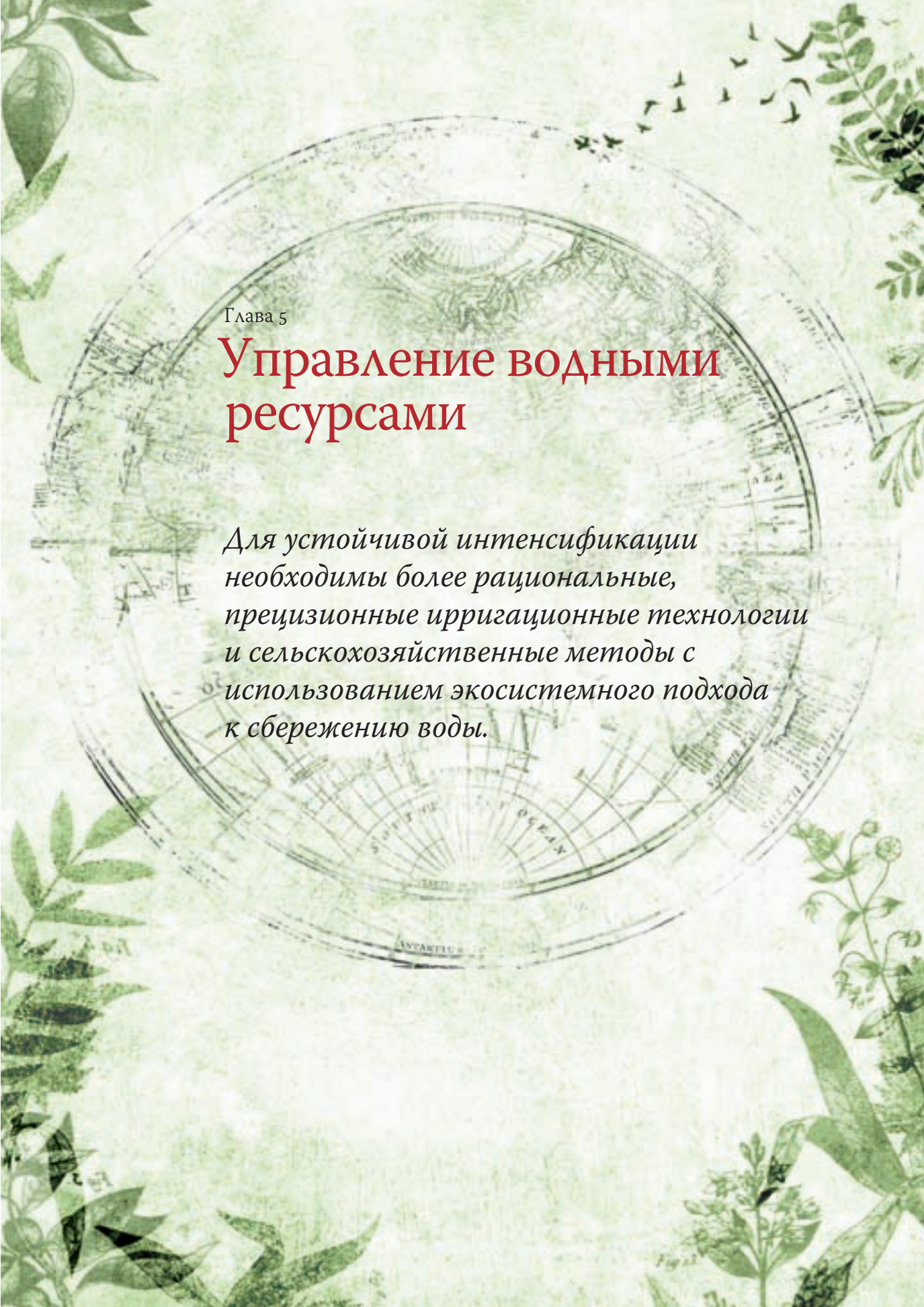


Путь вперед

Действия в технологической, политической и организационных сферах помогут гарантировать эффективность действий систем генетических ресурсов растений и поставки семян по поддержке устойчивой интенсификации растениеводства. Такие действия потребуют координированного участия разных организаций и действий на разных уровнях. Рекомендованные мероприятия включают:

- ▶ *Укрепление связей между сохранением ГРР и использованием разнообразия в селекции растений*, в особенности посредством более совершенных описания и оценки важных для УИР признаков у более широкого диапазона растений, возросшей поддержки предварительного отбора и улучшения популяции, более тесного сотрудничества организаций, занимающихся сохранением и селекцией.
- ▶ *Рост участия фермеров в работе по сохранению, улучшению сельскохозяйственных культур и поставке семян* с целью обеспечения повышения разнообразия материалов, гарантирования соответствия новых сортов фермерским методам и опыту, улучшения сохранения ГРР в полевых условиях и в рамках фермерских систем обеспечения семенами.
- ▶ *Усовершенствование организационных процедур и законодательства, регулирующего создание и районирование сортов и семеноводческую деятельность*, включая выполнение на национальном уровне положений МД ГРРПСХ, выработку гибкого законодательства, касающегося районирования сортов и выработку или пересмотр политики в области семеноводства и соответствующего законодательства.
- ▶ *Укрепление потенциала* путем подготовки нового поколения квалифицированных специалистов-практиков, которые будут содействовать улучшенной селекции, работать совместно с фермерами и изучать роль культур и сортов в успешной интенсификации.
- ▶ *Оздоровление государственного сектора и расширение его участия* в создании новых сортов сельскохозяйственных культур путем обеспечения благоприятной среды для развития семеноводческого сектора и предоставления фермерам информации, необходимой для использования новых материалов.
- ▶ *Поддержка создания местных частных семеноводческих предприятий* посредством интегрированного подхода, включающего укрепление организаций производителей, связей с рынками и увеличение добавленной стоимости.
- ▶ *Координация связей с другими необходимыми компонентами УИР*, такими как надлежащие приемы и методы ведения сельского хозяйства, управление качеством почвы и водными ресурсами, комплексная борьба с вредителями, кредитование и маркетинг.

Многое из перечисленного уже осуществляется в разных странах и разными организациями. Необходим обмен опытом, основанным на передовых практиках, и адаптация этого опыта с тем, чтобы он соответствовал конкретным задачам и методам УИР. Это обеспечит эффективное и своевременное использование на практике необходимого для устойчивой интенсификации разнообразия, уже доступного в генных банках и на фермерских полях.

The background of the page is a light green, textured surface. In the center, there is a faint, circular map of the world, showing continents and oceans. The map is surrounded by green foliage, including leaves and branches, which are more prominent at the corners. A series of small, dark birds are flying in a curved path across the top right corner of the page.

Глава 5

Управление водными ресурсами

*Для устойчивой интенсификации
необходимы более рациональные,
прецизионные ирригационные технологии
и сельскохозяйственные методы с
использованием экосистемного подхода
к сбережению воды.*

Растения выращивают в широком диапазоне условий рационального использования водных ресурсов, от простой обработки почвы, позволяющей улучшить проникновение осадков, до сложных технологий орошения и управления водными ресурсами. Из 1,4 млрд. га посевных площадей в мире около 80 процентов находятся в неорошаемых условиях, обеспечивая около 60 процентов всего сельскохозяйственного производства в мире¹. В условиях богарного земледелия управление водными ресурсами пытается контролировать количество доступной растению влаги посредством перенаправления дождевой воды в корневую зону – зону максимальной доступности влаги для растений. Однако режим внесения воды по-прежнему определяется не фермером, а количеством и распределением осадков, выпадающих на данной площади ежегодно.

Около 20 процентов посевных площадей в мире орошается и производит около 40 процентов от общего объема аграрной продукции¹. Такая производительность объясняется сочетанием более интенсивного земледелия и более высокой средней урожайностью. Контролируя и объем, и режим внесения воды, орошение способствует и облегчает концентрацию потребляемых факторов, повышающих производительность земель. Фермеры используют полив, чтобы стабилизировать и повысить урожай и увеличить число культур, выращиваемых в течение года. В мировом масштабе урожай на орошаемых площадях в два-три раза выше, чем в условиях богарного земледелия. Таким образом, надежная и гибкое водоснабжение крайне важно для высокодоходных и ресурсоемких систем растениеводства. Однако экономический риск также намного выше, чем при менее ресурсоемких системах богарного земледелия. Кроме того, орошение может привести к негативным последствиям для окружающей среды, включая засоление почвы и загрязнение нитратами водоносных горизонтов.

Растущее давление конкурирующих потребностей в воде, вместе с экологическими императивами, означает, что сельское хозяйство должно работать по принципу «поливай меньше, собирай больше» и с меньшим воздействием на окружающую среду. Это серьезная проблема, и ее решение подразумевает, что для управления водными ресурсами для устойчивой интенсификации растениеводства потребуется более «интеллектуальное», прецизионное сельское хозяйство. Кроме того, потребуется, чтобы само управление водными ресурсами в земледелии стало гораздо более ответственным в водоиспользовании в экономическом, социальном и экологическом отношении.

Перспективы для устойчивой интенсификации значительно варьируют в зависимости от типа производственной системы и внешних двигателей спроса. В целом, однако, устойчивость интенсифицированного земледелия, будь оно богарным или орошаемым, будет зависеть от внедрения экосистемных подходов, таких как почвозащитные методы ведения сельского хозяйства, наравне с другими ключевыми методами, включая использование высокоурожайных сортов и семян хорошего качества и комплексную борьбу с вредителями.

Богарные системы земледелия

Многие сорта сельскохозяйственных культур, возделываемых в богарных системах, адаптированы к тому, чтобы использовать влагу, содержащуюся в корневой зоне. Богарные системы можно усовершенствовать, например, использованием в севообороте растений с глубокой корневой системой, адаптируя культуры к развитию более глубокого укоренения, увеличивая потенциал почвы к сохранению влаги, улучшая водопроницаемость почвы и минимизируя поверхностное испарение использованием органической мульчи. Перехват поверхностного стока с прилегающих незасаженных земель также может продлить сроки доступности почвенной влаги. Повышение производительности богарного сельского хозяйства во многом зависит от усовершенствования всех аспектов растениеводства. Такие факторы, как вредители и ограниченная доступность питательных веществ почвы, могут уменьшить урожай больше, чем доступность воды сама по себе^{2,3}. Принципы ограниченной обработки почвы, органического мульчирования и использование природного и управляемого биоразнообразия (описанные в главе 2, *Системы ведения сельского хозяйства*) являются основополагающими для рационализированного земледелия.

В связи с этим масштаб применения УИР в богарных условиях будет зависеть от использования экосистемных подходов, которые максимизируют запас доступной растениям влаги в корневой зоне. При этом что такие подходы могут облегчать интенсификацию, сельскохозяйственная система по-прежнему зависит от капризов погоды. Изменение климата повысит риски для растениеводства, и нигде проблема выработки эффективных стратегий адаптации к изменению климата не стоит так остро, как в богарном земледелии⁴.

Поэтому нужны иные меры, чтобы снизить нежелание фермеров рисковать. Они включают более точные сезонные и годовые прогнозы осадков и доступности воды и управление паводками, для того чтобы смягчить последствия изменения климата и, в более обозримом будущем, повысить устойчивость производственных систем. Более сложные способы управления водными ресурсами, возможно, уменьшат производственный риск, но не обязательно, что они интенсифицируют богарное земледелие. Например, возможно перевести некоторые богарные системы растениеводства в системы низкозатратного вспомогательного орошения, чтобы справиться с короткими периодами засухи во время критических фаз роста⁵, но они по-прежнему будут зависеть от времени и интенсивности осадков.

Управление поверхностным стоком в полевых условиях, включая использование водоудерживающих валиков на возделываемых площадях, успешно применяется в переходных климатах, включая Средиземноморье и части Сахеля, для того чтобы продлить доступность почвенной влаги после каждого дождя. Управление поверхностным стоком за пределами поля, включая сбор склонового стока в неглубоко залегающие грунтовые воды или резервуары, может обеспечить ограниченное дополнительное орошение. Однако эти тактики, будучи распространены на большие площади, отражаются на последующих потребителях и суммарных водохозяйственных балансах речных бассейнов.

Что касается технологий, распространение выгод для окружающей среды и сохранения влаги в почве, которые обеспечивают экосистемные подходы, часто будет зависеть от уровня механизации сельского хозяйства, которая требуется для того, чтобы пользоваться дождевой водой. Более простые технологии, в том числе ситуационно-обусловленное земледелие с использованием поверхностного стока, будут оставаться по-прежнему рискованными, особенно в условиях более хаотического режима осадков. Кроме того, они требуют больших трудозатрат.

Директивным органам будет нужно точно оценить относительный вклад в национальную экономику продукции богарного и орошаемого земледелия. Если богарное производство возможно стабилизировать с помощью улучшенного сохранения запаса почвенной влаги, необходимо тщательно идентифицировать и определить физические и социально-экономические обстоятельства, при которых это можно осуществить. Сравнительные преимущества небольших инвестиций в УИР экстенсивных систем богарного земледелия и крупных локализованных инвестиций в системы неограниченного орошения нуждаются в тщательной социально-экономической оценке в контексте задач развития.

Что касается структур и институтов, существует необходимость реорганизации и усиления консультационной помощи фермерам, зависящим от богарного земледелия, и возобновления работы по продвижению страхования урожая среди мелких производителей. Для стабилизации производства в существующих богарных системах в условиях воздействия изменения климата потребуется более пристальный анализ характера распространения осадков и местностей с недостатком почвенной влаги.

Системы орошаемого земледелия

Мировая площадь земли, оборудованной для орошения, сегодня превышает 300 млн. га⁶, при этом фактическая уборочная площадь больше, благодаря двум и трем урожаям в год. Больше всего орошение развито в Азии, где производство риса практикуется на площади около 80 млн. га, со средней урожайностью в 5 т/га (по сравнению с 2,3 т/га, получаемых от богарного рисоводства в низменностях на площади в 54 млн. га). Напротив, орошаемое сельское хозяйство в Африке практикуется всего лишь на 4 процентах культивируемых земель, главным образом по причине нехватки финансовых инвестиций.

Орошение повсеместно используется как платформа для интенсификации сельского хозяйства, поскольку оно предлагает точку концентрации инвестиций. Будет ли такая интенсификация *устойчивой*, зависит, однако, от места водозабора и внедрения являющихся основой УИР экосистемных подходов, таких как охрана почв, улучшенные сорта и комплексная борьба с вредителями. Равномерность распределения и эффективность применения орошения варьируют в зависимости от технологии доставки воды, уклона местности, типа почвы и, самое важное, ее проницаемости для влаги и качества управления водными ресурсами.

Поверхностное орошение с помощью поливных полос, водосборных бассейнов или поливных канав часто менее эффективно и обеспечивает менее равномерный полив, чем дождевальное орошение (например, с помощью дождевальных установок и капельных лент и капельных шлангов). *Микроорошение* считалось техническим решением проблемы неудовлетворительных характеристик полевого орошения и способом экономить воду. В настоящее время его все больше применяют в коммерческом садоводстве как в развитых, так и в развивающихся странах, несмотря на высокие капитальные затраты.

Ограниченное (дефицитное) орошение и его разновидности, такие как *регулируемое ограниченное орошение* (РОО), завоевывают позиции в коммерческом садоводстве и коммерческом производстве некоторых полевых культур, которые положительно реагируют на регулируемый водный стресс на критических стадиях роста. РОО часто применяют вместе с микроорошением и «фертигацией», или удобрительным орошением, при котором удобрения вносят непосредственно в зону, где развивается большая часть корней растений. В Китае этот метод адаптировали к более простому бороздному поливу. Выгоды, выраженные в сокращении потребления воды, очевидны, но получить их можно только при условии высокой надежности водоснабжения.

Основанное на знаниях точного орошение, предлагающее фермерам надежный и удобный в применении способ внесения воды, станет главной площадкой для УИР. Прошли испытания автоматизированные системы орошения с использованием стационарных дождевальных установок и устройств микроорошения, включающие применение датчиков содержания влаги в почве и температуры растительного покрова, чтобы определить глубину внесения воды в разных частях поля. Точное орошение и точное внесение удобрений вместе с поливной водой – перспективные возможности для полеводства и садоводства, но здесь есть и потенциальные ловушки. Компьютерное моделирование показывает, что в садоводстве решающим фактором устойчивости является управление солевым составом почвы.

Экономические характеристики орошаемого земледелия значительны. Использование дождевальных установок и технологий микроорошения, так же как и автоматизация систем поверхностного полива, требует долгосрочных капиталовложений и бюджета текущих затрат. «Водяные пушки» представляют одно из самых малозатратных по капиталовложениям решений для дождевального орошения больших площадей, но, как правило, требуют высоких текущих затрат. Другие системы дождевального орошения требуют высоких капиталовложений и без программ субсидий на сельскохозяйственное производство не подходят для мелкомасштабных систем растениеводства.

Предоставление услуг многими государственными системами орошения далеко от оптимального по причине недостатков в структуре, техническом обеспечении и управлении. Эти системы, равно как и их управление, нуждаются в серьезной модернизации, посредством как организационной реформы, так и отделения функции предоставления услуг орошения от более широких функций контроля и регулирования водных ресурсов.

Дренирование является существенным, но часто недооцениваемым, дополнением к орошению, особенно там, где уровень грунтовых вод высок и засоленность почвы сдерживает интенсификацию сельского хозяйства. Потребуются инвестиции в дренирование, чтобы повысить производительность и устойчивость оросительных систем и обеспечить эффективное управление потребляемыми факторами сельского хозяйства. Однако увеличенный дренаж повышает риски выноса загрязняющих веществ за пределы водосбора, что влечет деградацию водных путей и связанных с ними водных экосистем.

Возделывание культур в защищенном грунте, главным образом в холодных рассадниках, пользуется растущей популярностью во многих странах, включая Китай и Индию, главным образом для производства фруктов, овощей и цветов. В долгосрочной перспективе распространенность высокоинтенсивных производственных систем замкнутого цикла, использующих традиционное орошение или гидропонные и аэропонные установки, будет возрастать, особенно в пригородных районах с устойчивыми рынками и растущим дефицитом воды.

Забор воды из рек для орошения уменьшает водоток, нарушает его сезонность и создает условия для экологических шоков, таких как токсическое цветение воды, вызванное массовым размножением водорослей. Вторичные воздействия включают засоление и загрязнение водотоков и водоемов удобрениями и пестицидами. Есть и другие экологические плюсы и минусы орошаемого земледелия; почвы «падди», орошаемых рисовых полей связывают больше органического вещества, чем почвы засушливых земель, и генерируют меньший вынос нитратов за пределы системы и меньшие выбросы закиси азота (N_2O). С другой стороны, падди генерируют относительно высокие выбросы метана (от 3 до 10 процентов всех мировых выбросов) и аммиака.

В обычных условиях растения используют менее 50 процентов получаемой поливной воды, и эффективность систем орошения, использующих распределенные и сверхраспределенные объемы воды из речных бассейнов, низка. В терминах бухгалтерского учета необходимо различать, сколько воды используется, продуктивно и непродуктивно. «Полезное списание» воды растениями – эвапотранспирация (суммарное испарение) является целью орошения: в идеале, все списание должно происходить за счет транспирации (испарение воды растениями), с нулевым испарением с поверхности почвы и воды. Таким образом, есть определенный потенциал для улучшения производительности водных ресурсов путем снижения непродуктивных потерь на испарение.

Соответственно, улучшение продуктивности водных ресурсов на уровне водного бассейна сосредоточено на минимизации непродуктивного расхода воды⁷. При этом воздействие на последующих пользователей увеличенного расхода воды на нужды сельского хозяйства никак нельзя назвать нейтральным: есть свидетельства больших сокращений в годовом стоке в отдельных районах полуостровной Индии из-за экстенсивного забора воды в верховьях⁸.

Управление водными ресурсами – ключевой фактор в минимизации потерь азота и его выноса за пределы ферм. В свободно дренируемой почве нитрификация частично прерывается, что ведет к выбросам N_2O , в то время как в условиях насыщения влагой (бескислородных), что характерно для

рисоводства, соединения аммония и мочевины частично превращаются в аммиак. Поэтому потери мочевины за счет улетучивания происходят при выделении аммиака и N_2O во время циклов увлажнения-высушивания в орошаемых системах. N в форме нитратов необходим для поглощения корнями растений, но в водном растворе легко выносится за пределы хозяйства. В настоящее время в разработке находится ряд композитных удобрений пролонгированного действия, пригодных для разных ситуаций (см. главу 3, *Здоровье почвы*).

Динамика мобилизации фосфатов и их миграции в дренажные системы и водотоки сложна. В орошаемых системах вынос фосфатов за пределы хозяйства возможен, если полив по бороздам ведется с размывающей скоростью потока или при распылении содовых почв. Фосфаты, и в меньшей степени нитраты, могут удерживаться буферными полосами, расположенными на границах полей и вдоль рек, не позволяющим им попасть в водные пути. Таким образом, сочетание хорошего управления орошением, повторного использования возвратных вод и фиксации фосфатов в почве может снизить вынос фосфатов с орошаемых земель до значений, близких к нулевым.

Устойчивость интенсифицированного орошаемого сельского хозяйства зависит от минимизации ущерба, причиняемого сельскохозяйственной деятельностью за пределами фермы, таких как засоление и вынос загрязняющих веществ, и обеспечения здоровья почвы и условий роста растений. Это обстоятельство должно быть в центре внимания при выборе методов и технологий на уровне фермерского хозяйства и принятия решений на более высоких уровнях, и усиливает необходимость учета производительного и непроизводительного расхода воды, более разумного распределения воды в масштабах бассейна и водозабора, и лучшего понимания гидрологического взаимодействия между различными системами производства.

Технологии, позволяющие «сохранять и приумножать»

► Сбор дождевой воды в африканском Сахеле⁹

Большое разнообразие традиционных и инновационных систем сбора дождевого стока встречается в зоне Сахеля в Африке. В полувсасушливых районах Нигера мелкие фермеры используют посадочные лунки для сбора дождевой воды и восстановления деградировавших почв для культивации

проса и сорго. Благодаря этой технологии улучшается водопроницаемость почвы и повышается наличие доступных питательных веществ на песчаных и суглинистых почвах, что приводит к значительному повышению урожайности, улучшению почвенного покрова и уменьшению наводнения в местах, расположенных ниже района сбора. Посадочные лунки представляют собой вырытые вручную отверстия диаметром 20–30 см и глубиной 20–25 см,

расположенные на расстоянии около 1 м друг от друга. Удаленная из лунки земля используется для формирования небольшой кромки вокруг лунки для максимального сбора осадков и поверхностных стоков. По возможности каждые два года лунки унавоживают. Семена высеваются непосредственно в лунки в начале сезона дождей, наносы ила и песка ежегодно удаляют. Обычно наивысшая урожайность достигается на второй год после внесения навоза.

В Восточной Эфиопии фермеры собирают паводковые воды и поверхностный сток от неустойчивых, возникающих только в сезон дождей рек, с дорог и склонов, используя временные каменно-земляные насыпи. Собранный таким образом вода по системе вырытых вручную каналов длиной до 2 000 м подается на поля высокоценных овощных и фруктовых культур. Выгоды от этого метода включают увеличение валовой стоимости продукции на 400 процентов, начиная

с четвертого года эксплуатации систем, улучшение влажности и плодородия почвы, уменьшение наводнений ниже по течению.

► Ограниченное орошение для повышения урожайности и обеспечения максимума чистой прибыли¹⁰

Наивысшая производительность сельского хозяйства достигается при использовании высокоурожайных сортов при оптимальном режиме снабжения водой, плодородия почв и защиты растений. Тем не менее сельхозкультуры хорошо растут также и при ограниченной подаче воды. При ограниченном орошении объем подаваемой воды ниже полной потребности растения в воде, и на стадиях роста, менее чувствительных к дефициту влаги, допускается легкий стресс. Предполагается, что снижение урожайности будет ограниченным, а от использования воды для выращивания других культур будут получены дополнительные выгоды. Однако применение ограниченного орошения требует ясного понимания баланса почвенной влаги и солей, а также основательных знаний свойств культуры, поскольку реакция различных сельскохозяйственных культур на водный стресс может сильно отличаться.

Во время шестилетнего исследования выращивания озимой пшеницы на Великой Китайской равнине экономия воды составила 25 процентов и выше благодаря применению ограниченного орошения на различных стадиях роста. В обычные годы было достаточно двух орошений по 60 мм (вместо обычных четырех) для получения приемлемо высоких урожаев и максимизации чистой прибыли. В Пенджабе (Пакистан) исследование долгосрочного воздействия ограниченного орошения на пшеницу и хлопок показало снижение урожайности до 15 процентов, в то время как орошение применялось для удовлетворения всего лишь 60 процентов от



африканское просо



эвапотранспирации. В исследовании подчеркивается важность промывки почвы для предотвращения долгосрочного риска засоления почвы. В исследованиях по орошению арахиса, проводившихся в Индии, объем производства и продуктивность воды выросли благодаря временному индуцированию стресса, связанного с дефицитом влаги в почве, в фазе вегетации с 20-го по 45-й день после посева. Применявшийся в фазе вегетативного роста водный стресс, возможно, благотворно повлиял на развитие корневой системы и привел к более эффективному использованию воды из более глубоких горизонтов. При культивировании плодовых деревьев возможна более высокая, по сравнению с травянистыми культурами, экономия воды. На юго-востоке Австралии благодаря регулируемому ограниченному орошению фруктовых деревьев продуктивность воды повысилась приблизительно на 60 процентов при одновременном повышении качества плодов и без снижения урожайности.

Дополнительное орошение в зонах богарного земледелия^{11, 12}

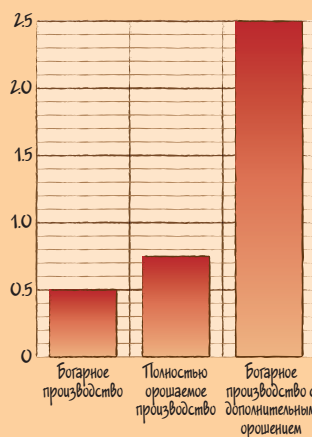
В засушливых районах, где объем производства зерновых зависит от осадков, фермеры могли бы повысить урожайность с помощью дополнительного орошения (ДО), которое подразумевает сбор дождевых стоков, хранение их в водоемах, резервуарах или небольших запрудах и использование на критических стадиях роста сельхозкультур. Одним из преимуществ ДО является возможность более раннего сева. В то

время как при богарном земледелии сроки посадки определяются началом дождей, дополнительное орошение позволяет точно выбрать дату, что может существенно повысить производительность. Например, в средиземноморских странах пшеница, посеянная в ноябре, дает значительно более высокий урожай и лучше реагирует на полив и внесение азотных удобрений, чем пшеница, посеянная в январе.

Средняя продуктивность дождевой воды в засушливых зонах Северной Африки и Западной Азии варьирует от 0,35 до 1 кг пшеницы на каждый кубометр воды. По данным Международного центра сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ИКАРДА), то же количество воды, используемое в качестве дополнительного орошения в сочетании с эффективными методами управления, позволяет получить на 2,5 кг зерна больше. Такое увеличение объясняется в первую очередь способностью небольшого количества воды снимать тяжелый водный стресс.

В Сирийской Арабской Республике ДО позволило повысить урожайность зерновых с 1,2 т/га до 3 т/га. В Марокко применение

Продуктивность воды при производстве пшеницы (кг зерна/м³)



ICARDA. 2006. AARINENA water use efficiency network - Proceedings of the expert consultation meeting, 26-27 November 2006. Aleppo, Syria.

50 мм дополнительного орошения привело к увеличению средней урожайности ранних сортов пшеницы с 4,6 т до 5,8 т при 50-процентном увеличении продуктивности воды. В Иране единовременное применение ДО позволило повысить урожайность ячменя с 2,2 т/га до 3,4 т/га.



В сочетании с использованием улучшенных сортов и надлежащим использованием почвы и питания дополнительное орошение можно оптимизировать, намеренно позволяя культуре испытывать некоторый дефицит воды. На севере Сирии фермеры использовали на пшеничных полях половину полной потребности в дополнительном орошении, что позволило им удвоить посевную площадь, максимизировать продуктивность на единицу воды и увеличить на треть общий объем производства.

► Многоцелевое использование водных систем¹³

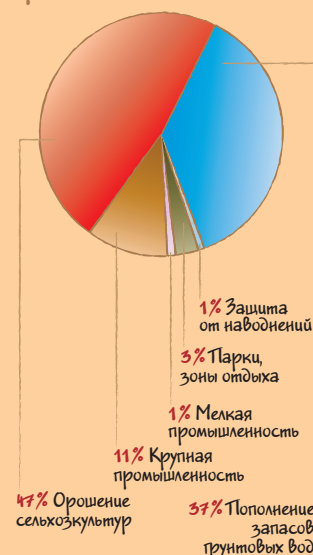
Ирригационные системы и инфраструктура могут поставлять воду не только для растениеводства, но и на другие нужды, такие как хозяйственное водоснабжение, скотоводство, производство электроэнергии и транспортные каналы. Проведенный ФАО анализ 20 ирригационных схем показал, что использование воды на отличные от растениеводства цели и многоцелевой характер ирригационных систем скорее правило, чем исключение.

Так, в ирригационном округе Фэньхэ провинции Шаньси (Китай) выгоды, получаемые от традиционного орошения, оказались ниже, чем в случае сопутствующих услуг ирригационной системы, таких как аквакультура, лесные плантации и защита от наводнений. Инфраструктура округа, состоящая из двух водохранилищ, трех водозаборных плотин и пяти коллекторов, была построена в 1950 году. В последние годы провинция Шаньси сталкивается с усилением засухи и наводнений, растущим загрязнением воды и конкуренцией за воду между промышленными и коммунально-бытовыми пользователями. В связи с нехваткой воды поверхностное орошение

сельскохозяйственных культур сейчас ограничено и используется главным образом для озимой пшеницы и кукурузы. В результате многие фермеры диверсифицировали производство, отказываясь от выращивания основных культур в пользу интенсивного выращивания товарных культур с использованием преимущественно грунтовых вод, при этом первоначальная подкомандная площадь в 86 тыс. га сократилась на 50 процентов.

На этой площади выделяемая для округа вода из реки Хуанхэ используется на многие цели: услуги, связанные с производством, такие как орошение полей, аквакультура, гидрогенерация, лесные плантации, промышленное водоснабжение, а также социально-культурными потребностями, включая защиту от наводнений, пополнение запасов грунтовых вод и лесопарковую зону. Таким образом, интенсификация водопользования сопровождалась сбережением экологических услуг.

Использование оросительной воды, оросительный округ Фэньхэ (Китай)
(percent)



FAO. 2010. Mapping systems and service for multiple uses in Fenhe irrigation district, Shanxi Province, China. Rome.

Путь вперед

Устойчивое сельское хозяйство на орошаемых землях и в системах богарного и усовершенствованного богарного земледелия включает учет всех взаимосвязанных процессов в землепользовании, совместное пользование водой в самом широком смысле слова и управление вспомогательными экосистемными услугами. Эти взаимосвязи становятся более сложными и имеют большое социальное, экономическое и политическое значение.

Суммарное управление распределением земельных и водных ресурсов будет сильно влиять на масштаб долгосрочных инвестиций в орошаемую УИР, особенно если принимать во внимание большие капитальные вложения и большую стоимость потребляемых факторов, связанных с орошаемым земледелием. Конкуренция с потребностями в воде других секторов экономики и экологических услуг продолжит расти. Орошаемому сельскому хозяйству придется обходиться меньшим количеством воды на гектар, а также интернализировать стоимость загрязнения окружающей среды за пределами хозяйства.

Что касается политических мер, то по мере того как растут темпы миграции населения из сельских районов и урбанизации, природа сельского хозяйства во многих странах меняется. Политика стимулирования, которая сосредоточится на снижении самых острых внешних последствий сельскохозяйственной деятельности, при этом используя материальные рычаги воздействия на фермеров, имеет большие шансы на успех.

Например, там, где загрязнение агрохимикатами рек и водных экосистем достигло критического момента, запрет на применение опасных химических веществ мог бы сопровождаться повышением цен на удобрения, предоставление фермерам объективной информации об оптимальных дозах удобрений и отменой вредных субсидий, стимулировавших избыточное применение удобрений. Последующие мероприятия могли бы стимулировать внесение удобрений в «требуемых или рекомендованных» количествах и поиск альтернативных путей получения высокой урожайности при более умеренном использовании внешних потребляемых факторов. В этом случае потребовалось бы больше государственных инвестиций в мониторинг состояния экосистемы.

В будущем фертигационные технологии (включая использование жидких удобрений), ограниченное орошение и повторное использование сточных вод будут лучше интегрированы в системы орошения. Хотя внедрение новой технологии в орошаемые системы растениеводства требует высоких начальных вложений и организационных мероприятий для эксплуатации и обслуживания, использование прецизионного орошения сегодня является глобальным вопросом. Фермеры в развивающихся странах уже применяют системы капельного орошения с малым напором воды в тех случаях, когда конъюнктура благоприятствует занятиям садоводством. Кроме того, доступность дешевой продукции из литого пластика и полимерной пленки для возделывания растений в сооружениях из пленки будет, по всей вероятности, расти. Однако широкомасштабное внедрение альтернатив, таких как использование солнечной энергии или отказ от загрязняющих технологий, должно поддерживаться регулятивными мерами и эффективными мерами обеспечения соблюдения нормативных требований.

Недостатки в управлении отдельными инвестициями в орошение привели к злоупотреблениям в капитальном финансировании, коррупции среди руководства и управленческого персонала, и плохой координации действий учреждений, ответственных за предоставление фермерам услуг орошения. Требуются инновационные подходы, чтобы усовершенствовать институциональные структуры, которые содействуют развитию сельского хозяйства и водных ресурсов, в то же самое время охраняя окружающую среду. Имеется значительный потенциал для того чтобы использовать местные инициативы в организационном развитии и учиться у них, управлять внешними последствиями интенсификации и сокращать или избегать операционных издержек. Видимо, решения будут скорее основанными на глубоких знаниях и опыте, чем высокотехнологичными.



Глава 6

Защита растений

Пестициды уничтожают как самих вредителей, так и их естественных врагов, и злоупотребление пестицидами может нанести вред фермерам, потребителям и окружающей среде. Первая линия обороны – здоровые экосистемы.

Вредителей растений часто рассматривают как внешний, интродуцированный фактор растениеводства. Это неверное представление, поскольку в большинстве случаев вредители – естественный элемент сельскохозяйственных экосистем. Вредители и сопутствующие виды, такие как хищники, паразиты, опылители, конкуренты и редуценты, являются компонентами ассоциированного с сельскохозяйственными культурами биологического разнообразия и выполняют широкий спектр экосистемных функций. Массовые вспышки или нашествия вредителей обычно следуют за сбоями в естественных процессах регулирования численности вредителей.

Поскольку интенсификация сельскохозяйственного производства приведет к увеличению пищевой базы, доступной вредителям сельскохозяйственных растений, стратегии борьбы с вредителями должны быть неотъемлемой частью УИР. При этом необходимо, чтобы такие стратегии отвечали на беспокойство, обусловленное угрозой, которую пестициды представляют для здоровья человека и окружающей среды. Поэтому важно, чтобы проблемы, связанные с вредителями, которые могут возникнуть в процессе реализации УИР, решались на основании экосистемного подхода.

Хотя популяции потенциальных вредителей ежедневно присутствуют на каждом поле с сельскохозяйственной культурой, регулярно проводимые мероприятия, такие как мониторинг и точечный контроль, обычно помогают контролировать их численность. Фактически, полное уничтожение насекомых-вредителей уменьшит пищевую базу их естественных врагов, подорвав ключевой элемент устойчивости системы. Задача, следовательно, должна заключаться в снижении численности насекомых-вредителей до уровня, на котором она будет сдерживаться естественными врагами, и потери культуры из-за вредителей сохраняются на приемлемом минимуме.

Там, где такого подхода кажется недостаточно, фермеры часто ищут дополнительную защиты своих посевов от ощутимых угроз. Решения, принятые каждым фермером по борьбе с вредителями, основываются на его личных целях и опыте. Кто-то может применять трудоемкие методы борьбы, но большинство фермеров прибегает к пестицидам. По расчетам, мировые продажи пестицидов в 2010 году должны были превысить 40 млрд. долл. США. В настоящее время самый большой сегмент рынка занимают гербициды, в то время как за последние десять лет доля инсектицидов уменьшилась, а доля фунгицидов выросла¹.

Чрезмерное полагание на пестициды как метод борьбы с вредителями нарушает естественный баланс сельскохозяйственной экосистемы. Оно нарушает естественные популяции паразитоидов и хищников, тем самым приводя к вспышкам численности вторичных вредителей. Кроме того, чрезмерное использование пестицидов запускает порочный круг: у вредителей вырабатывается устойчивость к пестицидам, что ведет к новым инвестициям в развитие пестицидов, но незначительно влияет на потери урожая из-за вредителей, которые, по оценкам специалистов, сегодня составляют от 30 до 40 процентов, что сходно с данными пятидесятилетней давности². В результате участились случаи массовых нашествий вредителей, вызванных нецелесообразным применением пестицидов³.

Избыточное использование пестицидов также подвергает серьезному риску здоровье фермеров и влечет негативные последствия для окружающей среды, и порой для урожаев сельскохозяйственных культур. Зачастую

менее одного процента примененных пестицидов фактически достигают вредителя-мишень; остальное загрязняет воздух, почву и воду⁴.

Выросла обеспокоенность потребителей остатками пестицидов в пищевых продуктах. Стремительная урбанизация привела к распространению городского и пригородного садоводства, где использование пестицидов более заметно, а их избыточное использование еще менее приемлемо для населения. Серьезные последствия работы с пестицидами для здоровья фермеров имеют массу документальных подтверждений, и это повышает общественную обеспокоенность правами и благополучием работников сельского хозяйства.

Общественное беспокойство находит отражение в более жестких стандартах как на национальном уровне, так и в части международной торговли. Предприятия розничной торговли и главные сети супермаркетов одобрили более жесткие требования, касающиеся производственной безопасности, безопасности продовольственных продуктов, прослеживаемости пути продуктов по всей цепочке поставок и экологических стандартов качества. Однако неэффективные правила, регулирующие использование пестицидов, продолжают подрывать усилия по распространению и поддержке экологических стратегий борьбы с вредителями. Причина в том, что пестициды активно рекламируются и поэтому часто воспринимаются как самый дешевый и быстрый способ борьбы с вредителями.

Фермеры выиграют от лучшего понимания функционирования и динамики экосистем и значения вредителей как неотъемлемой части сельскохозяйственного биоразнообразия. Директивные органы и высшие должностные лица, которые часто становятся объектом воздействия сложной информации, касающейся сельскохозяйственных вредителей, также выиграли бы от лучшего понимания реального воздействия вредителей и болезней на сельскохозяйственные экосистемы.

Комплексная борьба с вредителями

За последние 50 лет комплексная борьба с вредителями (КБВ) стала и остается ведущей целостной стратегией защиты растений в мире. С момента своего возникновения в 1960-х годах, КБВ основывается на экологии, концепции экосистем и задаче устойчивого функционирования экосистем⁵⁻⁷.

КБВ построена на идее, что первая и важная линия обороны против вредителей и болезней в сельском хозяйстве — здоровая экосистема, в которой биологические процессы, лежащие в основе аграрного производства, поддерживаются и улучшаются. Улучшение этих процессов может повысить урожай и устойчивость, при этом сократив затраты на факторы производства. В интенсифицированных системах экологические факторы производства влияют на перспективы эффективной борьбы с вредителями:

- ▶ **Обработка почвы** с применением такого экосистемного подхода, как мульчирование, создает резерваты для естественных врагов вредителей. Накапливающееся органическое вещество почвы обеспечивает альтернативные источники питания для неспецифических естественных врагов и

антагонистов заболеваний растений на ранних стадиях цикла развития культуры. Решение специфических проблем, таких как вклинение солевых вод, может сделать растения менее чувствительными к вредителям, например стеблевому сверлильщику рисовому.

- ▶ *Недостаток воды* может повысить восприимчивость растений к заболеваниям. С некоторыми вредителями, в особенности сорняками на рисовых полях, можно бороться с помощью лучшего управления водными ресурсами в производственной системе.
- ▶ *Сортовая устойчивость культур* играет большую роль в борьбе с болезнями растений и многими насекомыми-вредителями. Уязвимость может возникать, если генетическая база устойчивости растения-хозяина слишком узка.
- ▶ *Сроки посева и пространственное расположение культур* влияют на динамику численности популяций вредителей и их естественных врагов, а также на уровень опыляемости зависящих от опылителей садовых культур. Как и в случае с другими полезными насекомыми, сокращение применения пестицидов и повышение биоразнообразия в пределах фермы может повысить качество такой экосистемной услуги, как опыление.

Благодаря экосистемному подходу КБВ добилась заметных успехов в мировом сельском хозяйстве. Сегодня масштабные правительственные программы КБВ действуют в более чем 60 странах, в числе которых Бразилия, Китай, Индия и большинство развитых стран. Ученые пришли к общему мнению, подтвержденному недавней Международной оценкой роли сельскохозяйственных наук и технологий в процессе развития⁸, – КБВ работает и обеспечивает основу для защиты УИР. Ниже представлены общие принципы применения комплексной борьбы с вредителями при планировании программ устойчивой интенсификации.

- ▶ *Использовать экосистемный подход* для прогнозирования потенциальных проблем с вредителями, связанных с интенсифицированным растениеводством. Так, производственная система должна включать широкий спектр устойчивых к вредителям сортов сельскохозяйственных растений, чередование культур, междурядные посадки растений-репеллентов, оптимизацию сроков посадки и борьбу с сорняками. Чтобы сократить потери, стратегии борьбы должны использовать полезные виды хищных насекомых, паразитов и конкурентов наряду с применением биопестицидов и синтетических пестицидов избирательного действия, представляющих незначительную опасность для окружающей среды. Потребуются инвестиции в укрепление знаний и квалификации фермеров.
- ▶ *Выработать план действий в чрезвычайных обстоятельствах.* Планирование на случай нашествия вредителей, угрожающего продовольственной безопасности, требует инвестиций в семеноводческие системы со страховым запасом семян и культивацию устойчивых сортов и должно предусматривать временный отказ от выращивания культуры, чтобы предотвратить перенос вредителей в следующий сезон. Необходимо заранее выбрать пестициды избирательного действия и подготовить специфические коммуникативные кампании.

- ▶ *В случае массового появления вредителей анализировать природу причины* и соответственно вырабатывать стратегии. Проблема может быть вызвана сочетанием факторов. Если причина лежит в методах интенсификации – например, неподходящая густота посадки или вспашка, распространившая семена сорняков, такие методы необходимо модифицировать. В случае нашествия таких насекомых, как саранча, полезными могут оказаться методы биологического контроля, используемые в месте происхождения вредителя.
- ▶ *Оценить, какая часть урожая находится под угрозой*, чтобы определить надлежащий масштаб кампаний по борьбе с вредителями или другой деятельности. Заражение (не потери) более чем 10 процентов площади под культурой считается массовым нашествием вредителей и требует немедленных ответных мер. Однако риски, представляемые вредителями, часто переоценивают, а растения могут в какой-то степени физиологически компенсировать нанесенный вред. Ответ не должен быть непропорциональным.
- ▶ *Отслеживать количество и распределение вредителей* в режиме реального времени и корректировать ответные действия. Системы слежения за вредителями с географической привязкой к местности используют данные, полученные на стационарных участках, данные о миграции и инструменты для картографирования и анализа информации.

Концепции, позволяющие «сохранять и приумножать»

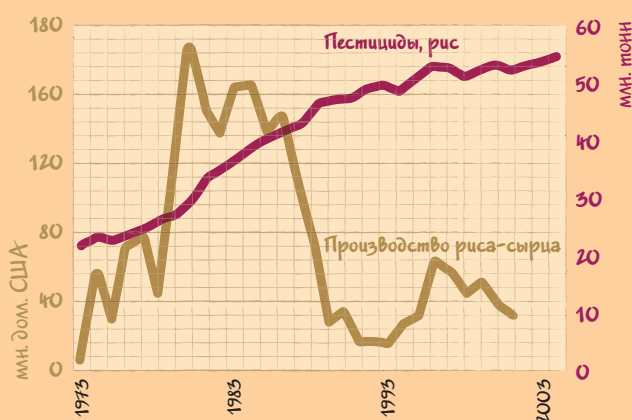
Экосистемные подходы внесли вклад в успех многих масштабных стратегий борьбы с вредителями в разных растениеводческих системах. Ниже приведены несколько примеров.

► Сокращение использования инсектицидов в рисоводстве

Большинство тропических рисовых культур в условиях интенсификации рисоводства не требуют применения инсектицидов⁹. Благодаря использованию улучшенных сортов, удобрений и орошения урожаи выросли с 3 тонн на гектар до 6 тонн на гектар. За период между 1988 и 2005 годами Индонезия радикально сократила расходы на

пестициды в рисоводстве¹⁰. Тем не менее, за последние пять лет доступность недорогих пестицидов и сокращение поддержки фермерского образования и полевых экологических исследований привели к возобновлению использования пестицидов в больших количествах, с последовавшими масштабными нашествиями вредителями, в особенности в Юго-Восточной Азии¹¹.

Динамика производства риса и затрат на пестициды в Индонезии



Gallagher, K.D., Kenmore, P.E. & Sogawa, K. 1994. Judicial use of insecticides deter planthopper outbreaks and extend the life of resistant varieties in Southeast Asian rice. In R.F. Denno & T.J. Perfect, eds. *Planthoppers: Their ecology and management*, pp. 599-614.

Oudejans, J.H.M. 1999. Studies on IPM policy in SE Asia: Two centuries of plant protection in Indonesia, Malaysia, and Thailand. Wageningen Agricultural University Papers 99.1. Wageningen, the Netherlands.

Watkins, S. 2003. The world market for crop protection products in rice. *Agrow Report*. London, PJB Publications.

► Биологический контроль численности вредителей маниоки

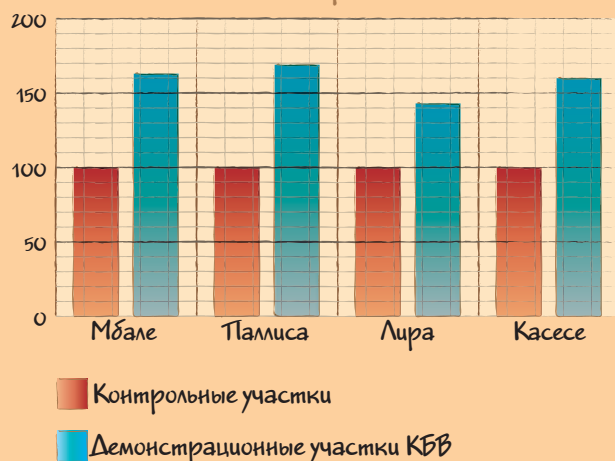
В Латинской Америке, на родине маниоки, численность насекомых-вредителей в обычных условиях успешно контролируется в природе. Однако вредители наносят большой ущерб в случае неправильного применения инсектицидов или когда культуру вместе с ее вредителями переносят в другой регион, например в Африке или Азии, где у вредителя нет эффективных врагов. Программа биологической борьбы с вредителями, возглавленная МИТСХ, успешно решила проблему контролирования популяции

зеленого клеща маниокового и мучнистого червеца маниокового в большей части стран Африки к югу от Сахары. Такое контролирование стало возможным благодаря естественным врагам вредителей из Латинской Америки, которых в 1980-х годах широко интродуцировали в Африке, а сейчас интродуцируют в Азии^{12, 13}.



МАНИОКА

Влияние комплексной борьбы с вредителями (КБВ) и передовой сельскохозяйственной практики на производство хлопка-сырца в Восточной Уганде (проценты)



Hillocks, R., Orr, A., Riches, C. & Russell, D. 2006. Promotion of IPM for smallholder cotton in Uganda. DFID Crop Protection Programme, Final Technical Report, Project R8403. Kent, UK, Natural Resources Institute, University of Greenwich.

Естественные враги вредителей хлопчатника

Плантации хлопчатника отличаются разнообразной фауной естественных врагов насекомых-вредителей, состоящей из неспецифических энтомофагов, которые успешно контролируют численность популяции таких сосущих насекомых, как белокрылки и цикадки. Устойчивость хлопчатника к этим вредителям меняется в течение жизненного цикла растения в зависимости от стадии развития растения и степени присутствия естественного врага насекомого-вредителя. Состав растительного сообщества вблизи плантаций играет важную роль в системах КБВ, поскольку одни соседствующие растения, например дыни и помидоры, могут служить местом обитания и источником вредителей, либо, в случае таких кормовых культур, как люцерна, — их естественных врагов. Кроме того, эффективная устойчивость к вредителям растения-хозяина, обеспеченная трансгенному Bt-хлопчатнику геном Bt, существенно сократила использование инсектицидов¹⁴.

Экосистемный подход к болезням цитрусовых

Садоводы в Китае и Вьетнаме традиционно в защите цитрусовых культур от широкого диапазона насекомых-вредителей полагаются на муравьев, которых специально разводят на плантациях. Недавние массовые нашествия вредителей на цитрусовые в Австралии, Эритрее, Израиле и Соединенных Штатах Америки были вызваны чрезмерным опрыскиванием инсектицидами, что нарушило естественный биологический контроль численности вредителей. Хотя проблема заболевания цитрусовых Huanglongbing (HLB), известного также как позеленение цитрусовых, еще не разрешена, применение нескольких экосистемных подходов замедлило развитие болезни. Эти подходы включают программы сертифицирования семенных деревьев и физическое изолирование производства саженцев в надежно затянутых сеткой от насекомых холодных рассадниках. На промышленных плантациях с насекомыми-носителями борются с помощью химических инсектицидов и, когда это применимо, методов биологического контроля или междурядных посадок растений-репеллентов, например гуавы. Больные деревья уничтожают, чтобы устранить источники зараженного HLB прививочного материала^{15, 16}.



апельсины

► Борьба с вирусными болезнями томатов

В последние 10-15 лет эпидемии вирусных заболеваний, разносчиками которых послужили белокрылки, нанесли большой вред производству томатов в Западной Африке. В отдельных случаях выращивание томатов перестало быть экономически целесообразным. Многостороннее международное сотрудничество государственного и частного сектора в области исследований помогло развернуть в Мали программу КБВ, включающую территориальную кампанию по удалению зараженных растений с последующей высадкой высокоурожайных скороспелых сортов и масштабными оздоровительными мероприятиями по удалению и уничтожению растений томата и перца после сбора урожая. Программа тщательно отбирала и оценивала новые скороспелые устойчивые к болезни сорта и использовала ежемесячный мониторинг популяций белокрылки и распространенности вируса для оценки методов борьбы. В результате недавний урожай томатов стал самым высоким за последние 15 лет¹⁷.



помидоры

Приведенные выше примеры предлагают различные разнообразные тактики профилактики или борьбы с вредителями в системах интенсифицированного сельскохозяйственного производства.

- **Насекомые-вредители.** Необходимо сохранять таких естественных агентов по биологическому контролю, как хищники, паразитоиды и полезные патогены, чтобы избежать появления вторичных вредителей, контролировать уровни содержания в почве питательных веществ, чтобы снизить размножение вредителей, культивировать устойчивые к вредителям сорта и избирательно использовать пестициды.
- **Болезни растений.** Необходимы организация семеноводческих систем, которые поставляли бы чистый посадочный материал, и выращивание сортов с надежной устойчивостью к болезням. Использование чистой воды для орошения не даст патогенам распространиться, а чередование культур поможет подавить развитие патогенных микроорганизмов и поддержать здоровье почвы и корней. Для усиления биологического контроля фермерам нужно поддерживать на должном уровне численность антагонистов вредителей растений.
- **Сорняки.** Борьба с сорняками требует избирательной и своевременной ручной прополки, использования севооборота и покровных культур, минимальной обработки почвы, совмещения культур и управления плодородием, включая применение органических почвоулучшателей. Гербициды следует применять для целенаправленной, избирательной борьбы таким образом, чтобы избежать формирования у сорняков устойчивости к гербицидам.

Путь вперед

Привычный подход к борьбе с вредителями, которого по-прежнему придерживаются многие страны и многие фермеры, ограничивает их потенциал для внедрения устойчивой интенсификации растениеводства. Усовершенствования в управлении агроэкосистемами помогут избежать массового распространения местных вредителей, лучше реагировать на нашествия вредителей из других регионов и уменьшить риски, которые пестициды представляют для здоровья человека и окружающей среды (см. Приложение, Таблица А6). Сигналы необходимости перехода на усовершенствованные методы борьбы с вредителями, основанные на экосистемном подходе, включают:

- ▶ серьезное нашествие вредителей или вспышка болезни, представляющие угрозу продовольственной безопасности;
- ▶ озабоченность безопасностью пищевых продуктов, вызванная высоким содержанием остатков пестицидов в сельскохозяйственной продукции;
- ▶ случаи загрязнения окружающей среды или отравлений у людей;
- ▶ резкое исчезновение полезных видов, например насекомых-опылителей или диких птиц;
- ▶ неумелое управление применением пестицидов, например накопление запасов вышедших из употребления пестицидов.

В каждом из этих случаев необходима стратегия борьбы с вредителями, которая была бы долговременной и не вызывала бы вредных побочных действий. После того как признанную на национальном или региональном уровне проблему с вредителями удастся поставить под контроль с помощью КБВ, директивные органы и технические специалисты обычно начинают гораздо лучше относиться к этому подходу и охотнее идут на политические и организационные изменения, необходимые для осуществления КБВ в долгосрочной перспективе. Такие изменения могут включать отказ от субсидий на пестициды, более жесткое применение нормативно-правовых актов, регламентирующих применение пестицидов и стимулирование местного производства факторов КБВ, например инсектариес для разведения естественных врагов вредителей.

При процедурах регистрации национальным директивным органам следует отдавать предпочтение менее опасным пестицидам. Кроме того, им нужно следить за тем, чтобы их решения о том, какие пестициды можно продавать и кем и в каких ситуациях использовать, принимались в условиях экологической информированности. В конечном счете, плату за пользование пестицидами, или налог на пестициды, который впервые ввели в Индии в 1994 году, можно использовать для финансирования развития альтернативных методов борьбы с вредителями и субсидирование их внедрения.

Директивные органы могут поддержать УИР посредством программ КБВ на местном, региональном или национальном уровне. Однако им не следует забывать, что успех эффективной борьбы с вредителями с применением методов КБВ зависит в конечном счете от фермеров. Именно фермеры принимают ключевые решения в вопросах борьбы с вредителями и болезнями растений. Стратегические инструменты должны включать:

Изменение представлений о чрезвычайных ситуациях, связанных с нашествием вредителей или вспышкой заболевания

Представления	Традиционное	Экосистемный подход
Чрезвычайная ситуация	▶ Внезапные и массовые появления вредителей	▶ Потеря агроэкосистемных функций, повлекшая внезапную вспышку численности вредителей
Показатели	▶ Значительное присутствие вредителей ▶ Видимые повреждения растений ▶ Потери урожая и снижение фермерских доходов	▶ Изменения в возрастной структуре популяции вредителей ▶ Возникновение устойчивости к пестицидам и аномальные вспышки численности вторичных вредителей ▶ Эскалация применения пестицидов ▶ Потери урожая и уменьшение фермерских доходов
Причины	▶ Устойчивость к пестицидам ▶ Появление новых вредителей ▶ Недостаточная доступность пестицидов ▶ Погодные условия	▶ Избыточное использование пестицидов ▶ Плохое управление сельскохозяйственной культурой ▶ Погодные условия ▶ Появление новых вредителей
Ответ	▶ Применять больше пестицидов или новые пестициды	▶ Анализ причин проблемы и выработка стратегии восстановления функций агроэкосистемы и организационного потенциала для руководства восстановлением ▶ Избегать решений, которые сохраняют проблему ▶ Укреплять потенциал КБВ посредством инвестиций в человеческий капитал (знания и навыки)

- ▶ *Техническую и консультативную поддержку* фермеров в применении основанных на экологии методов борьбы с вредителями и выработке и внедрении соответствующих технологий, с учетом местного фермерского опыта и условий и использованием социальных сетей обучения.
- ▶ *Целевая научно-исследовательская работа* в таких областях, как сопротивляемость растений вредителям и болезням, практические методы мониторинга и контроля, инновационные методы полевого контроля численности вредителей, использование пестицидов избирательного действия (включая биопестициды) и мер биологического контроля.
- ▶ *Нормативно-правовое регулирование частного сектора*, включая эффективные системы управления для регистрации и распределения пестицидов (в особенности подпадающих под действие Международного кодекса поведения в области распределения и использования пестицидов).
- ▶ *Прекращение вредных субсидий* в виде дотационных цен на пестициды и льготных тарифов на их перевозку, нецелесообразного сохранения за-

пасов пестицидов, что поощряет их использование, и льготных тарифов на пестициды.

Крупномасштабное внедрение экосистемных подходов, вероятно, откроет ряд новых возможностей для мелкого производства на местах. Можно ожидать, что широкое распространение экологических методов борьбы с вредителями увеличит потребность в промышленных инструментах для мониторинга, агентах для биологического контроля, таких как насекомые-хищники, паразитоиды или бесплодные мужские особи, услугах по опылению, микроорганизмах и биопестицидах. Сегодня частные компании производят свыше 1000 видов биопродуктов (в 2003 году стоимость таких продуктов составила 590 млн. долл. США), созданных на основе применения бактерий, вирусов, грибов, простейших и нематод¹⁸. По мере переориентирования общества на экологическую парадигму такое местное производство могло бы значительно расшириться.

С точки зрения пищевой промышленности, более стабильные и устойчивые агроэкосистемы приведут к более согласованным и надежным поставкам сельскохозяйственной продукции, свободной от остатков пестицидов. Кроме того, маркировка пищевых продуктов знаком «Комплексная борьба с вредителями» или аналогичным поможет производителям получить доступ на новые рынки.

Устойчивые стратегии КБВ требуют действенных консультативных служб, увязки с исследованиями, отвечающими нуждам фермеров, обеспечения поставок ресурсов для КБВ и эффективного регулятивного контроля за распространением и продажей химических пестицидов. Одним из наиболее эффективных способов повышения знаний на местном уровне является школа обучения фермеров – подход, который обеспечивает обучение на местах и поощряет фермеров адаптировать технологии КБВ, используя местные знания и опыт. Сельскохозяйственные сообщества нуждаются в легком доступе к информации по подходящим ресурсам КБВ. Внедрение КБВ можно ускорить, используя, например, сотовую связь как дополнение к таким традиционным способам информационно-разъяснительной работы, как службы распространения сельскохозяйственных знаний, кампании в средствах массовой информации и консультации местных торговых агентов.



Глава 7

Стратегии и организационные меры

*Для поощрения мелких хозяйств
к внедрению устойчивой интенсификации
растениеводства необходимы
кардинальные изменения в политике
и институтах сельскохозяйственного
развития.*

Беспрецедентные проблемы, вставшие перед сельским хозяйством, в числе которых рост населения, изменение климата, дефицит энергии, деградация природных ресурсов и интернационализация рынков, подчеркивают необходимость пересмотра государственных стратегий в отношении интенсификации растениеводства. Используя в прошлом модели интенсификации зачастую приводили к серьезному ущербу для окружающей среды и для того чтобы добиться большей устойчивости, нуждаются в пересмотре и изменениях. Очевидно, что «бизнес в обычном понимании» – не решение, но каковы альтернативы?

Данная глава посвящена определению условий, стратегий и организационных мер, которые помогут мелким фермерам, особенно в развивающихся странах с низким доходом, применять меры по интенсификации устойчивого растениеводства. В ней также рассматриваются комплексные вопросы, которые не только влияют на УИР, но важны для развития всего агросектора, в котором УИР продвигают и поддерживают. В главе доказывается, что от программ содействия УИР может потребоваться выход за пределы «чисто сельскохозяйственных» организаций и включение других центров формирования политики.

Опыт прошлого, сценарии будущего

«Зеленую революцию» поддерживали главным образом государственные инвестиции, при этом почти вся исследовательская и селекционная работа велась в международных и национальных научных центрах. Семена, удобрения и агрохимикаты распространялись через финансируемые правительства программы по субсидируемым ценам.

С середины 1980-х годов локус сельскохозяйственных исследований и разработок резко сместился из государственного в транснациональный частный сектор¹. Усилившаяся охрана интеллектуальной собственности в сфере создания новых сортов, стремительное развитие молекулярной биологии и глобальная интеграция рынков факторов производства и рынков готовой продукции создали для частного сектора сильные стимулы для инвестиций в сельскохозяйственные исследования и разработки². Инвестиции ориентировались на сельское хозяйство главным образом в развитых странах. Общий рост инвестиций государственного сектора в сельскохозяйственные исследования и развитие сельского хозяйства в развивающихся странах значительно замедлился. В Африке к югу от Сахары в 1990-е годы инвестиции фактически сократились³.

На протяжении 1980-х и до середины 1990-х годов многие развивающиеся страны проводили программы структурной перестройки, нацеленные на то, чтобы ликвидировать малоэффективные учреждения государственного сектора и позволить энергичному частному сектору оживить сельское хозяйство. Результаты получились смешанными: во многих случаях динамичный частный сектор не смог принести сколь-нибудь ощутимых результатов либо развивался только в областях с высоким потенциалом для коммерческого производства, в то время как в экономически малопродуктивных областях доступ к сельскохозяйственным услугам и потребляемым факторам сократился⁴. В

последнее время наметилась тенденция к переоценке роли государственного сектора в поддержке развития частного сектора, а также предоставления общественных благ, необходимых для развития⁵.

Другое существенное преобразование, имеющее большое значение для УИР, – рост организованных и глобализованных продовольственных производственно-сбытовых цепей. Такие цепи создают новые возможности для получения дохода мелкими фермерами, но также создают и новые препятствия в доступе к рынку. Вызывает озабоченность и то, что концентрация рыночной власти в специфических точках производственно-сбытовой цепи уменьшает доходы других участников этой цепи, в особенности мелких производителей^{6, 7}.

Имеется немалый потенциал для роста экономической отдачи для сельскохозяйственных систем с одновременным сокращением нежелательных последствий для окружающей среды и общества. Однако для этого потребуются альтернативные модели технологий сельского хозяйства и развитие маркетинга. И хотя в ресурсоемких, крупномасштабных, специализированных сельскохозяйственных системах можно быстрее добиться роста производительности, самые большие возможности для улучшения экономического положения населения сельских районов и обеспечения справедливости лежат в маломасштабных, диверсифицированных системах сельскохозяйственного производства⁸.

С учетом неопределенности условий спроса и предложения в будущем существует ряд сценариев для устойчивой интенсификации в развивающихся странах. Важными факторами, которые могут привести к серьезным отклонениям от базовой траектории роста, являются:

- *Изменение климата.* Последствия изменения климата для мирового сельского хозяйства потенциально огромны. Его оценки являются комплексными, включающими прогнозы потенциальных изменений климата и их воздействий на производство в увязке с ростом населения, изменениями в рационе, развитием рынка и торговли и изменениями цен⁹. Недавний анализ¹⁰ влияния изменения климата на сельское хозяйство на срок до 2050 года, подготовленный Международным институтом исследования продовольственной политики, отметил значительные отрицательные воздействия на производительность с сокращением доступности продовольствия и ухудшением благосостояния населения во всех развивающихся регионах. Вместе с возросшим спросом, обусловленным ростом доходов и населения, это, скорее всего, приведет к большему или меньшему, в зависимости от сценария, росту реальных цен на сельскохозяйственную продукцию в период между 2010 и 2050 годами. Данный доклад оценивает объем государственного финансирования трех категорий инвестиций, повышающих производительность, – исследований в области биологии, расширения дорожных сетей в сельских местностях и расширения орошения и повышения его эффективности, которое потребуется для компенсации потерь продуктивности, вызванных изменением климата до 2050 года, составит по меньшей мере 7 млрд. долл. США в год. Другие исследования приходят к менее драматическим выводам, оценивая общее воздействие изменения климата на мировые цены на продовольствие в диапазоне между 7 и 20 процентами в 2050 году¹¹. Поскольку сельское хо-

зайство является главным источником выбросов парниковых газов, будет возрастать значение финансовой поддержки и мер по стимулированию роста методов сельскохозяйственного производства с низким выбросом парниковых газов. Сокращение выбросов на единицу продукции станет одним из ключевых аспектов УИР^{12, 13}.

- ▶ *Дегградация природных ресурсов.* Качество земельных и водных ресурсов, доступных для интенсификации растениеводства, имеет определяющее значение для планирования УИР на многих территориях. В прошлом приоритет в интенсификации растениеводства отдавался территориям с благоприятными для производства условиями¹⁴. Сейчас все в большей мере будет требоваться интенсификация на менее благоприятных для земледелия территориях с менее устойчивыми условиями для производства, включая качество почвы и воды, доступ к водным ресурсам, характер местности и климат. В этом контексте важной проблемой является дегградация экосистемы, которая уменьшает доступность и производительность природных ресурсов для УИР. Восстановление дегградированных экосистем может потребовать значительных средств и времени и будет нуждаться в долгосрочном финансировании.
- ▶ *Сокращение потерь продовольствия и изменения в структуре питания.* В докладе ФАО сообщалось, что потери продовольствия после урожая достигают 50 процентов. Поскольку меры по предотвращению этих потерь уменьшили бы потребность в наращивании производства, сократили бы затраты по всей цепочке поставок и повысили бы качество продукции, такие меры следует сделать частью политики и стратегии УИР. Альтернативным сценарием, который благотворно отразится на устойчивости окружающей среды и здоровье населения, является снижение темпов роста потребности в животных продуктах, что сократило бы рост потребности в продовольствии и фураже.
- ▶ *Рыночная интеграция.* Чтобы быть привлекательной для фермеров, УИР должна привести к обеспечивающим прибыль рыночным ценам. Тенденция к росту цен на сельскохозяйственную продукцию, отчасти вызванная той же ограниченностью ресурсов, что стимулирует движение к УИР, повысит экономическую целесообразность инвестиций в интенсификацию. С другой стороны, быстрый рост производительности на местном уровне и в условиях закрытых рынков может привести к излишкам на рынке, что снизит цены. Опосредованное воздействие на цены будет оказывать также состояние производственно-сбытовой цепи. Развитие производственно-сбытовых цепей в сельском хозяйстве должно иметь целью расширение возможностей мелких производителей для внедрения УИР и обеспечивать финансовые стимулы.

Политические принципы, позволяющие «сохранять и приумножать»

Успешная стратегия УИР требует фундаментальных перемен в управлении традиционным и современным знанием, деятельности организаций, связанных с сельским хозяйством, инвестиций в сельское хозяйство и строительства потенциала. Необходимо, чтобы мероприятия во всех этих сферах обеспечивали стимулы для участия в развитии УИР различных заинтересованных сторон и субъектов, особенно сельских жителей.

Формирование цен на потребляемые факторы и продукцию

Чтобы быть рентабельной, УИР нуждается в динамичном и эффективном рынке как потребляемых факторов и услуг, так и конечной продукции. Цены, по которым фермеры платят за потребляемые факторы, и цены, по которым с ними расплачиваются за сельскохозяйственную продукцию, являются, вероятно, главным из факторов, определяющих уровень, тип и устойчивость интенсификации растениеводства, которые они выберут.

Цены на потребляемые факторы имеют особое значение для стратегий УИР, и потребуются оригинальные методы пропаганды выгоды УИР и содействия выбору технологий. В качестве одного из примеров можно привести повторное введение нацеленных на содействие развитию спроса и участия в рынках потребляемых факторов «рыночно-умных субсидий», использующих ваучеры и гранты. При этом нужно избежать повторения прошлых ошибок – неэффективности субсидий, их негативного воздействия на окружающую среду и растраты финансовых ресурсов, которые нужны для инвестиций в другие ключевые общественные блага, такие как исследования и сельская инфраструктура⁵.

В свою очередь, оказавшие отрицательное воздействие на окружающую среду так называемые «вредные субсидии», поощрявшие использование природных ресурсов способами, разрушавшими биоразнообразие¹⁵, должны быть тщательно оценены и в тех случаях, где это целесообразно, переформулированы или отменены. Годовой объем «вредных субсидий» во всем мире оценивается в сумму от 500 млрд. до 1,5 трлн. долл. США, и это мощный фактор ущерба для окружающей среды и экономической неэффективности¹⁶.

Разумеется, большинство субсидий задумывались не как «вредные», а как средство поддержать какой-то сектор общества или экономики. Планируя отмену каких-то льгот или субсидий, необходимо учитывать их множественные цели и принимать во внимание сложность взаимодействий между различными секторами, на которых они влияли, позитивно или негативно¹⁷. В некоторых странах субсидии успешно отменили: Новая Зеландия отменила сельскохозяйственные субсидии начиная с 1980-х годов¹⁸, Бразилия сократила животноводство в бассейне Амазонки, Филиппины полностью отменили субсидии на химические удобрения^{17, 19}.

Учитывая неустойчивость цен, наблюдавшуюся на товарных рынках в последние несколько лет, стабилизация цен на сельскохозяйственную продукцию становится все более важным условием устойчивой интенсификации растениеводства. Для фермеров, которые зависят от сельскохозяйственного

дохода, ценовая неустойчивость означает значительные колебания дохода и повышенный риск. Она уменьшает их потенциал для инвестирования в устойчивые системы производства и увеличивает стимулы к ликвидации природного капитала как способа застраховаться от потерь.

Краткосрочные, осуществляемые на микроуровне меры по преодолению негативных последствий ценовой нестабильности, часто оказываются неэффективными. Большая согласованность мер на макрополитическом уровне – например, прозрачность в вопросах наличия экспортных возможностей и потребностей в импорте – может обеспечить гораздо более эффективные решения. Также требуются реформы существующих инструментов, таких как Фонд компенсационного финансирования и Программа помощи беднейшим странам, пострадавшим от стихийных бедствий Международного валютного фонда. Посредством финансирования импорта или предоставления кредитов под гарантию проведения определенной экономической политики, они могут служить глобальными системами социальной защиты¹⁸.

Регулирование семеноводческого сектора

Успех УИР будет зависеть также от эффективного регулирования сектора семеноводства, обеспечивающего фермерам доступа к качественным семенам сортов, которые отвечают условиям их производства, потребления и маркетинга; под доступом понимается доступность по цене, наличие ассортимента подходящего сортового материала и информированность об адаптации сорта²¹.

Большинство мелких фермеров в развивающихся странах приобретают посевной материал в неформальном секторе, который обеспечивает их семенами традиционных для данной местности сортов и сохраненными от прошлого урожая семенами улучшенных сортов. Одной из причин, по которым фермеры полагаются на неформальный сектор, является доступность генетического материала, адаптированного к местным условиям производства. На маргинальных землях некоторые из местных сортов могут превосходить улучшенные сорта²². Поэтому поддержка неформального сектора семян является одним из способов улучшения фермерского доступа к подходящему для УИР посадочному материалу.

Однако в неформальном секторе отсутствуют надежные механизмы информирования фермеров об адаптированности и производственных характеристиках сорта, который представляют семена, а также их генетической чистоте и физическом качестве²³. Порой необходимую информацию получают, просто наблюдая, как ведут себя растения на соседском поле, но этот метод не работает при приобретении семян у незнакомых людей и из незнакомых источников.

Семена из официальных семеноводческих систем генетически однородны, произведены в соответствии с научными методами селекции и должны соответствовать стандартам сертификации. Как правило, семена из официального сектора продаются через специализированных дилеров, сельскохозяйственные компании или государственные торговые предприятия, деятельность которых регулируется законом. Любой комплексной стратегии улучшения доступа фермеров к новым сортам и качественным

семенам нужно поддерживать и развивать официальный семеноводческий сектор и укреплять его связи с неформальным сектором.

Платежи за экологические услуги

Отсутствие рыночных цен на экосистемные услуги и биоразнообразие означает, что выгоды, извлеченные из этих благ, в процессе принятия решений игнорируются или недооцениваются²⁴. В сельском хозяйстве цены на продовольствие не включают всех издержек, связанных с ухудшением качества окружающей среды, обусловленных производством. Не существует организаций, которые бы взимали плату за ухудшившееся качество воды или эрозию почвы. Если бы цены «у ворот фермы» отражали все затраты на производство – при том, что фермеры бы платили за любой ущерб окружающей среде, который они причинили, – цены на продовольствие наверняка возросли бы. В дополнение к взиманию платежей за ущерб окружающей среды, государство могло бы вознаграждать тех фермеров, которые ведут хозяйство экологически рациональным образом, например посредством схем платежей за экологические услуги (ПЭС).

Растет поддержка системы платежей за экологические услуги как части политики благоприятствования устойчивому развитию сельского хозяйства и сельских территорий. Всемирный банк рекомендует проведение программы ПЭС местными властями и национальными правительствами, а также международным сообществом⁵. ПЭС как источник устойчивого финансирования все чаще включаются в программы развития сельских районов и проекты по охране природы Глобального экологического фонда и Всемирного банка²⁵. По мнению ФАО, спрос на экологические услуги сельскохозяйственных ландшафтов будет возрастать, и ПЭС могли бы стать важным инструментом стимулирования их потока. Однако их эффективное развертывание будет зависеть от политики благоприятствования и организаций на местном и международном уровне, которые в большинстве случаев отсутствуют²⁶.

В настоящее время роль программ ПЭС в поддержке устойчивого сельского хозяйства ограничена. Инициативы ПЭС сосредоточились главным образом на программах вывода земель из сельскохозяйственного использования, и опыт их применения к системам сельскохозяйственного производства относительно мал. Чтобы программы ПЭС могли реализовать свои преимущества, необходимо, чтобы они охватывали большие количества производителей и территории, что позволило бы добиться экономии за счет масштаба операционных издержек и управления рисками. Улучшение интеграции ПЭС с программами сельскохозяйственного развития – актуальный способ снижения операционных издержек.

Принимая во внимание ограниченность государственного финансирования, необходимо разработать гибкие формы альтернативного или дополнительного финансирования из частных источников, особенно там, где можно идентифицировать частных получателей экономической выгоды от ПЭС. Так, недавняя оценка осуществимости ПЭС в Бутане, проведенная ФАО, показала, что правительственная поддержка охраны и восстановления лесов составляет около трети бюджета Министерства сельского хозяйства Бутана²⁷. Половину финансирования на регулирование водосбора возложили на плантации²⁸. Если бы большую часть этой инвестиционной ответствен-

ности переложили на компании, которые непосредственно получают выгоду от сохранения лесов, можно было бы высвободившееся государственное финансирование направить на недофинансированные виды деятельности – такие как диверсификация культур, улучшение поголовья скота и устойчивое управление земельными ресурсами, что улучшило бы производительность сельского хозяйства и повысило устойчивость к изменению климата^{29, 30}.

Инвестиции в сельское хозяйство

Чтобы заниматься УИР, частный сектор, включая фермеров, переработчиков и розничных торговцев, нуждается в адекватных государственных инфраструктуре и услугах. Они необходимы не только для того, чтобы обеспечить конкурентоспособность местного сельского хозяйства и маркетинга, но и чтобы гарантировать потребителям доступ к продовольствию местного производства по приемлемой цене. Особенно важно, чтобы правительство обеспечивало низкие операционные издержки при покупке потребляемых факторов, маркетинг продукции и доступ к природным ресурсам, информации, обучению, образованию и социальным услугам. Это потребует адекватного финансирования как технического обеспечения, так и чистых инвестиций.

Чтобы добиться УИР, сельскохозяйственный сектор в развивающихся странах будет нуждаться в существенном и стабильном инвестировании в человеческий, природный, финансовый и социальный капитал. Согласно оценке ФАО, чтобы достичь роста производства, необходимого к 2050 году, потребуются совокупные среднегодовые валовые капиталовложения в объеме 209 млрд. долл. США (в сопоставимых ценах 2009 года) в первичное сельское хозяйство (плодородие почвы, сельскохозяйственная техника и скот) и во вторичные отрасли (хранение, маркетинг и переработка). Понадобятся дополнительные государственные инвестиции в сельскохозяйственные исследования и разработки, сельскую инфраструктуру и программы социальной помощи²¹.

Существующего капиталовложения в сельское хозяйство развивающихся стран явно недостаточно. Неадекватные уровни внутреннего финансирования усугублялись сокращением с конца 1980-х годов доли Официальной помощи в целях развития сельскому хозяйству. Вместе эти снижения поступлений за последние два десятилетия привели к резкому сокращению капитала на развитие сельского хозяйства. Чтобы УИР достигла цели, инвестиции в сельское хозяйство должны значительно увеличиться.

Финансирование адаптации к изменению климата и смягчению его последствий в высшей степени релевантно для УИР. Так, одно из ключевых средств адаптации к изменению климата – повышение устойчивости сельскохозяйственных производственных систем посредством использования новых сортов, созданных расширенными системами селекции и семеноводства – также является необходимой составляющей устойчивой интенсификации. УИР, таким образом, выиграла бы от финансирования, направляемого на адаптацию к изменению климата. Кроме того, устойчивая интенсификация сыграла бы важную роль в смягчении последствий изменения климата посредством увеличенного связывания углерода в почве на рационально

возделываемых землях и сокращения выброса парниковых газов благодаря более рациональному использованию удобрений и орошения.

В настоящее время не существует международного соглашения или рамочной программы для направления финансирования смягчения последствий изменения климата в значительных объемах на сельское хозяйство в развивающихся странах. Однако это одна из областей для дискуссии на переговорах РКИК в контексте Соответствующих национальным условиям действий по предотвращению изменения климата (СНУДПИК)^{12, 21}.

Содействующие организации

Отсутствие организационного потенциала и соответствующей деятельности является общим препятствием для сельского хозяйства в развивающихся странах, ограничивающим эффективность мероприятий на местном уровне. Организации, содействующие УИР, должны выполнять две основных функции: обеспечивать необходимое количество и качество ключевых ресурсов – природных ресурсов, растительных потребляемых факторов, знания и финансов – и гарантировать мелким фермерам доступ к этим ресурсам. Ниже мы делим такие организации на две основных категории: те, что связаны с ключевыми ресурсами для УИР, и те, что оказывают влияние на функционирование рынков сельскохозяйственной продукции, включая производственно-сбытовые цепи.

Доступ к ключевым ресурсам

Земля. Переход на УИР требует улучшения плодородия почвы, борьбы с эрозией и управления водными ресурсами. Фермеры будут заниматься этими операциями только при условии обеспечения им прав на получение выгод, в течение достаточно продолжительного времени, от повышения стоимости натурального капитала. Зачастую, однако, такие права плохо определены, перекрывают друг друга или не формализованы. Развитие прав фермеров – особенно женщин, чья роль в принятии решений, касающихся сельскохозяйственного производства, возрастает, – на землю и воду является ключевым стимулом для внедрения УИР.

Программы землевладения во многих развивающихся странах сосредоточились на формализации и приватизации прав на землю, практически не учитывая основанных на обычае и коллективных систем землевладения. Правительства должны уделять больше внимания таким системам, поскольку все больше данных свидетельствует, что там, где у таких систем есть запас прочности, они могут представлять эффективные стимулы для инвестиций³¹. Однако основанные на обычае системы, построенные на традиционных социальных иерархиях, могут быть несправедливыми и не обеспечивать всем членам доступ к земле, необходимый для устойчивой интенсификации. Хотя какой-то одной, оптимальной модели оценки основанных на обычае систем землепользования нет, проведенное недавно исследование построило типологию выбора альтернативных политических мер, основанную на потенциале построенных на обычае систем землепользования³².

Генетические ресурсы растений. Улучшение сельскохозяйственных культур – основа УИР. Во время «зеленой революции» международная система, создавшая новые сорта сельскохозяйственных растений, строилась на открытом доступе к генетическим ресурсам растений. Сегодня национальные и международные процедуры во все возрастающей степени поддерживают приватизацию ГРР и селекции растений посредством применения прав интеллектуальной собственности (ПИС). Количество стран, которые предоставляют правовую охрану сортам растений, стремительно выросло в ответ на Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности ВТО, которое предусматривает, что участники должны предоставлять охрану сортов растений «патентами либо путем применения эффективной системы *sui generis*»³³.

Системы защиты сортов растений, как правило, предоставляют селекционерам нового сорта временное исключительное право на сорт, чтобы воспрепятствовать размножению и продаже семян этого сорта посторонним лицам. Такие системы варьируют от патентных систем со скорее ограничительными нормами до более открытых в соответствии с Международным союзом по охране новых сортов растений, в Конвенции которого содержится так называемое «исключение из права селекционера», по которому «действия, совершенные в целях создания новых сортов, не подпадают под какие-либо ограничения».

ПИС стимулировали стремительный рост финансирования частным сектором исследований и разработок в области сельского хозяйства. Всего лишь 20 лет назад большинство исследований и разработок велось университетами и государственными лабораториями в промышленно развитых странах и их результаты были общедоступными. Сегодня инвестирование концентрируется в шести ведущих компаниях³⁴. Это свидетельствует о растущем разрыве между маленькой группой стран с высоким уровнем инвестиций в исследования и разработки и большой группой стран, где этот уровень очень низок³⁵. Что более важно, «перелив технологий» из индустриализованных стран в развивающиеся обусловлен исследовательскими задачами, ориентированными скорее на коммерческие перспективы, чем на достижение максимального общественного блага.

Возрастающая концентрация капитала в частном селектировании и индустрии семеноводства, и высокие затраты, связанные с разработкой и патентованием инноваций в области биотехнологии, вызывают рост обеспокоенности тем, что введение нецелесообразных ПИС ограничит доступ к генетическим ресурсам растений, необходимый для создания новых программ селекции растений в государственном секторе^{34, 36}. Утверждается, что децентрализованные ПИС и высокие операционные издержки могут привести к «трагедии антиобщин», когда растущая фрагментация ПИС приведет к тому, что инновации не будут использоваться в полную силу и создание новых сортов затормозится³⁷.

Поэтому необходимы механизмы, защищающие доступ к генетическим ресурсам растений для УИР, как на глобальном, так и на национальном уровне. Формирующаяся в настоящее время глобальная система сохранения и использования генетических ресурсов растений обеспечит необходимую международную стратегию поддержки УИР (подробнее см. в главе 4, *Культуры и сорта*). Есть несколько типов национальных режимов ПИС с

разными степенями обязательств и доступа³⁸. Государствам следует принять системы ПИС, которые обеспечивают доступ их национальных программ селекции к генетическим ресурсам растений, необходимых для УИР.

Исследования. Прикладные сельскохозяйственные исследования должны стать намного более эффективными в содействии масштабных преобразованиям землепользования и растениеводческих систем для УИР. Сельскохозяйственные исследовательские системы часто недостаточно ориентированы на решение задач развития и часто не включают потребности и приоритеты бедных в свою работу. Многие исследовательские проекты испытывают нехватку ресурсов, и даже те из них, что получают хорошее финансирование, недостаточно связаны с более широкими процессами развития³⁹. Перечисленные ниже шаги являются наиболее важными для усиления исследований, связанных с УИР:

- ▶ *Увеличить финансирование.* Необходимо повернуть вспять тенденцию сокращения государственных капиталовложений в потребности исследований и разработок в области сельского хозяйства. Финансирование центров КГМСИ и национальных систем сельскохозяйственных исследований должно существенно возрасти, а связи между государственными и частными исследовательскими программами – упрочиться.
- ▶ *Укрепить системы научных исследований, начиная с местного уровня.* Чтобы вырабатывать актуальные, приемлемые и привлекательные для местного населения решения, исследования по вопросам практики УИР должны начинаться на местном и национальном уровне, с поддержкой на глобальном уровне. При всем их значении, исследовательские усилия КГМСИ «не могут ни заменить, ни подменить комплексных и рутинных процессов разработки стратегии, планирования, внедрения, решения проблем и обучения, необходимых на многих фронтах, которые могут и должны осуществлять только национальные институты и субъекты»³⁹. Имеется огромный, но недостаточно используемый потенциал для объединения традиционного фермерского знания с основанными на науке инновациями посредством благоприятствующих организационных механизмов. То же самое можно сказать о разработке, внедрении и мониторинге усовершенствованного управления природными ресурсами, соединяющего общественные инициативы с компетенцией профессионалов.
- ▶ *Сфокусировать исследования УИР на областях как с высоким, так и с низким потенциалом.* Области с высоким потенциалом продолжают оставаться главными поставщиками продовольствия во многих странах. Тем не менее, производительный потенциал земли и водных ресурсов в некоторых из них достигает своих пределов и будет недостаточным для обеспечения продовольственной безопасности. Поэтому большая часть будущего роста производства продовольствия должна происходить в областях с низким потенциалом, так называемых маргинальных, являющихся домом для сотен миллионов самых бедных и самых уязвимых людей. УИР и связанное с ней развитие сельских районов предлагают самые реалистические перспективы улучшения питания и жизни этих людей.

- ▶ *Отдавать приоритет исследованиям, от которых выиграют мелкие производители.* В странах с низким доходом, которые импортируют продовольствие, мелкие производители, сельскохозяйственные работники и потребители смогут получить непосредственную выгоду от исследований в области УИР, сосредоточенных на основных продовольственных культурах, обладающих сравнительными преимуществами. Приоритет следует отдавать также наращиванию роста производительности сельского хозяйства и сбережению природных ресурсов в густонаселенных маргинальных районах, диверсификации с переходом на производство продуктов с более высокой добавленной стоимостью с тем, чтобы повысить и стабилизировать доходы фермеров, и улучшенным методам, которые увеличивают отдачу от труда безземельных и почти безземельных сельскохозяйственных работников⁴⁰.
- ▶ *Учиться на ошибках и успехах.* Недавнее исследование МИИПП, посвященное признанным успехам в развитии сельского хозяйства¹⁰, особо отметило селекцию устойчивой против ржавчины пшеницы и улучшенной кукурузы в мировом масштабе, улучшенных сортов маниоки в Африке, фермерскую инициативу «Возрождение Сахеля» в Буркина-Фасо и нулевую вспашку в Аргентине и на Индо-Гангской равнине. Эти успехи стали возможны благодаря сочетанию факторов, включая продолжительное государственное инвестирование, льготы частному сектору, экспериментальные работы, анализ местных условий, участие местных сообществ и самоотверженное лидерство. Во всех случаях наука и технология были определяющим фактором.
- ▶ *Увязывать исследования и работу служб распространения сельскохозяйственных знаний.* Проблемы низкой производительности и деградации природных ресурсов требуют решения в широком масштабе, но копирование методов УИР сдерживается огромным разнообразием специфических местных условий. Поэтому особенно важна связь между исследованиями на местном, национальном и международном уровне и местными службами распространения сельскохозяйственных знаний. Чтобы содействовать продвижению УИР, исследователи и специалисты по распространению сельскохозяйственных знаний должны решать многообразные проблемы вместе с фермерами.

Технологии и информация. Успешное внедрение УИР будет зависеть от способности фермеров принимать разумные решения в выборе технологий, с учетом их краткосрочных и долгосрочных последствий. Фермерам также необходимо хорошее понимание роли агроэкосистемных функций. Ценность традиционного знания, хранимого фермерами и местными общинами по всему миру, подтверждена документально, в частности в докладе Международной оценки сельскохозяйственных знаний, науки и технологий в целях развития⁸. Необходимы организации, которые сберегали бы это знание и содействовали его распространению и использованию в стратегиях УИР.

Необходимы организации, которые обеспечивали бы доступ фермеров к актуальному внешнему знанию и помогали увязать его с традиционным знанием. Службы консультантов по вопросам сельского хозяйства и распространения сельскохозяйственных знаний были главным каналом, по

которому новое знание поступало к фермерам – и в некоторых случаях от фермеров. Однако во многих развивающихся странах государственные системы распространения сельскохозяйственных знаний давно находятся в упадке, а частный сектор не смог удовлетворить потребности производителей с низким уровнем дохода⁴². Стандартная, государственная и движимая предложением модель распространения сельскохозяйственных знаний, основанная на передаче технологии, практически исчезла во многих странах, особенно в Латинской Америке⁴¹.

Распространение сельскохозяйственных знаний приватизируется и децентрализуется и сегодня включает широкий спектр участников, в числе которых агропромышленные компании, неправительственные организации (НПО), ассоциации производителей и международные программы обмена фермерами, и новые каналы коммуникации, в том числе сотовую телефонную связь и Интернет⁴². Один из ключевых уроков, который можно извлечь из накопленного опыта, состоит в том, что высокие операционные издержки индивидуализированных консультаций – главное препятствие в охвате знаниями мелких и бедных производителей. Консультационные услуги по продвижению УИР необходимо будет строить на базе фермерских организаций и сетей и частно-государственных партнерств⁴².

ФАО пропагандирует школы обучения фермеров как предполагающий совместное участие подход к образованию и расширению прав и возможностей фермеров. Цель ШОФ состоит в выработке у фермеров умения анализировать их производственные системы, идентифицировать проблемы, проверять возможные решения и внедрять целесообразные методы и технологии. Школы фермеров с успехом действуют в Азии и странах Африки к югу от Сахары, особенно в Кении и Сьерра-Леоне, где охватывают широкий спектр сельскохозяйственной деятельности, включая маркетинг, и доказали свою устойчивость даже в отсутствие донорского финансирования.

Для того чтобы принимать разумные решения о том, что выращивать и где продавать, фермеры нуждаются в доступе к надежной информации о рыночных ценах, включая информацию о среднесрочных тенденциях. Государственные службы информации о состоянии рынка страдают многими из тех же недостатков, что и службы распространения сельскохозяйственных знаний⁴³. Сегодня услуги по предоставлению информации о рынках с использованием преимуществ СМС-сообщений и Интернета вызывают новый интерес у доноров и предпринимателей.

Финансовые ресурсы для фермеров. Для создания технического и оперативного потенциала, необходимого для УИР, потребуются кредиты. В частности, для инвестиций в природный капитал, например плодородие почвы, которые необходимы для повышения эффективности, продвижения передового опыта и роста производительности, необходимы более долгосрочные кредиты. Хотя многие из финансовых институтов нового типа – кредитные союзы, сберегательные кооперативы и организации микрокредитования – в последние годы распространили свое присутствие на сельские районы развивающихся стран, у большинства мелких фермеров доступ к ним ограничен либо отсутствует. Неспособность местных финансовых учреждений предложить долгосрочные кредиты, в сочетании с отсутствием у фермеров предметов залога, затрудняет устойчивую интенсификацию растениеводства.

Страхование могло бы поощрить фермеров внедрять производственные системы, которые потенциально более продуктивны и более доходны, но сопряжены с большим финансовым риском. За последние годы пилотные программы страхования сельскохозяйственных культур были представлены во многих сельских сообществах в развивающихся странах в качестве инструмента управления рисками. Индексные страховые продукты – в тех случаях, где основанием для денежного возмещения служит поддающееся измерению погодное явление, например засуха или чрезмерные дожди, а не оценка потерь на полях, – встретили горячую поддержку у доноров и правительств. Проведенные Международным фондом сельскохозяйственного развития и Всемирной продовольственной программой оценки 36 пилотных программ страхования на основе индексов погоды продемонстрировали потенциал таких программ как инструмента управления рисками⁴⁴.

Часто фермеры недооценивают альтернативы страхованию, особенно накопление сбережений и легко реализуемых активов. Кроме того, следует принимать во внимание важную роль профилактических мероприятий на полях и инструментов, позволяющих снизить уязвимость к рискам.

Эффективные системы социальной защиты. Программы социальной защиты включают переводы денежных средств и распределение продовольствия, семян и сельскохозяйственных орудий⁴⁵. Они обеспечивают доступ к минимальному количеству продовольствия и других жизненно-важных социальных услуг. В числе недавних инициатив – Производственная программа социальной защиты в Эфиопии и Программа по борьбе с голодом в Кении. Есть мнение, что такие программы сопряжены с риском формирования зависимости и ослабления местных рынков. Как бы то ни было, недавнее исследование не выявило резко выраженных противоречий между социальной защитой и развитием⁴⁶. Напротив, программы социальной защиты могут быть формой социальных инвестиций в человеческий капитал – например, в питание и образование – и в производительный капитал, позволяя домохозяйствам осваивать сопряженные с более высоким риском стратегии, нацеленные на получение более высокой производительности²⁷.

Директивным органам и высшим должностным лицам необходимо хорошо представлять определяющие факторы уязвимости на уровне домохозяйств и разрабатывать эффективные программы социальной защиты, которые могли бы разорвать нисходящую спираль обнищания, вызванную внешними шоками и стратегиями совладания с трудностями. Последние включают продажу предметов имущества, сокращение капиталовложений в природные ресурсы и забирание детей из школы – меры, каждая из которых подрывает устойчивость. В последнее время программы социальной защиты все теснее увязывают с основанными на правах человека подходах к продовольственной безопасности⁴⁷.

Организации сельскохозяйственного маркетинга и производственно-сбытовые цепи

Рост сектора продовольственного маркетинга в развивающихся странах предлагает мелким фермерам новые возможности, расширяя их выбор поставщиков потребляемых факторов и каналов для реализации продукции, а также повышая их доступ к кредитам и обучению^{48, 49}. Однако доступ к рынкам как потребляемых факторов, так и продукции оказался затрудненным для многих мелких земледельцев, которые остаются на обочине новой сельскохозяйственной экономики⁵⁰⁻⁵³.

Как мелкие хозяйства сумеют включиться в конкретную сельскохозяйственную цепь производства и сбыта, зависит в значительной степени от структуры затрат, лежащих в основе этой цепи, и производственных процессов, используемых в хозяйстве⁵⁴. Главное преимущество мелких хозяйств по издержкам – их обеспеченность дешевой рабочей силой для производства трудоемких культур. Если у мелких сельскохозяйственных производителей нет очевидных сравнительных преимуществ в производстве, агробизнес может искать альтернативные структуры для организации производства, таких как вертикальная интеграция или прямые закупки у крупных производителей. В таких случаях проблема состоит в создании для мелких производителей сравнительных преимуществ либо в сокращении операционных затрат, связанных с закупками у большого числа фермеров, производящих малые количества. Чтобы сформировать связи с прибыльными рынками, мелким фермерам нужно объединяться в ассоциации, что позволит снизить операционные затраты и получать информацию о требованиях рынка^{48, 49, 54, 55}.

Сельскохозяйственное производство по контракту предоставляет механизм вертикальной координации между фермерами и покупателями, который гарантируют достаточную степень уверенности в некоторых из главных параметров сделки: цене, качестве, количестве и сроках поставки⁵⁶. Хотя фермеры выигрывают от договоров контракции, есть существенные свидетельства того, что самые мелкие фермеры часто не в состоянии заключать формальные договоренности⁵⁵. Усовершенствование правовой и организационной базы договорных соглашений могло бы значительно снизить операционные издержки^{55, 57}. Как бы то ни было, укрупнение хозяйств, обусловленное сокращением занятости в сельских районах вне фермерских хозяйств или миграцией в города, кажется неизбежным.

Доступ мелких фермеров к рынкам может быть облегчен также посредством лучшей организации и широкой кооперации, в которую могут входить не только фермеры, но и значительное количество заинтересованных сторон, включая обслуживающие сельское хозяйство организации, НПО, следователей и представителей академических кругов, местные органы власти и международных доноров. Одним из примеров такой кооперации может служить эквадорская программа «Платформа де консертасьон», которая помогла фермерам добиться повышения урожаев и валовой прибыли при сокращении использования токсичных пестицидов. Тем не менее, ее способность к самофинансированию еще предстоит подтвердить⁵⁴.

Путь вперед

Директивным органам и высшим должностным лицам с самого начала следует пристально изучить прошлый и современный опыт интенсификации для выработки четких программ и мер, которые в настоящее время необходимы для внедрения УИР. Не существует универсального набора рекомендаций по выбору оптимальных методов и организаций. Тем не менее, можно определить основные особенности политики поддержки и экономико-правовой среды для УИР:

- ▶ *Обеспечение поддержки государственного и частного секторов.* Частный сектор и гражданское общество должны сыграть важную роль в широком привлечении инвестиционных фондов, повышении эффективности и отчетности организаций, а также обеспечении участия общественности в данном процессе, и прозрачности его политики. При мобилизации ресурсов следует принять во внимание полный спектр услуг и продуктов, производимых на основе УИР. Платежи за экосистемные услуги, производимые на основе устойчивой системы производства, могут стать существенным источником инвестиционных ресурсов.
- ▶ *Включение ценности природных ресурсов и экосистемных услуг в ценовую политику в части определения цены потребляемых факторов и продукции сельского хозяйства.* Это достигается установлением выполнимых экологических нормативов, устранением порочных стимулов, таких как субсидии на удобрения, воду и пестициды, и созданием положительных стимулов, таких как платежи за экосистемные услуги или экологическая маркировка, в производственно-бытовых цепях.
- ▶ *Повышение координации и снижение операционных издержек.* Привлечение мелких фермеров к участию в разработке УИР в полной мере требует координированных действий по снижению операционных издержек, связанных с доступом к рынкам потребляемых факторов и рынкам продукции, службам по распространению сельскохозяйственных знаний и платежей за экологические услуги. В связи с этим институты и технологии, способствующие обеспечению участия, включая объединения фермеров, местные общественные организации, традиционные формы коллективной деятельности и современные средства связи, приобретают решающее значение для УИР.
- ▶ *Создание регуляторных, исследовательских и консультативных систем для широчайшего спектра продукции и условий сбыта.* УИР олицетворяет собой переход от высоко стандартизированной единообразной модели сельскохозяйственного производства к нормативно-правовой базе, учитывающей и поощряющей разнообразие, — например, через включение неформальных семеноводческих систем в нормативную семенную политику и интегрирование традиционных знаний в научные исследования и систему консультаций по вопросам сельского хозяйства.
- ▶ *Признание и внедрение сложившейся практики доступа и управления в программы УИР.* Большое значение придается оценке и расширению возможностей существующих систем доступа к факторам производства, необходимых для УИР, и местных систем управления сельскохозяйственной деятельностью.

Стратегии и программы устойчивой интенсификации растениеводства затронут ряд секторов и привлекут к участию множество заинтересованных сторон. Поэтому стратегия достижения УИР должна стать сквозным компонентом национальной стратегии развития. Важный шаг, который предстоит сделать правительственным структурам для внедрения УИР, состоит в инициации процесса включения стратегий УИР в число задач национального развития и усиления внимания к ним. УИР должна стать неотъемлемой частью национальных программ развития, включая такие процессы, как Стратегия борьбы с бедностью и стратегии обеспечения продовольственной безопасности и инвестиций, включая проверку исполнения обязательств по обеспечению продовольственной безопасности, принятых на саммите Большой восьмерки в Л'Аквиле (Италия) в 2009 году.

Развертывание программ и планов УИР в развивающихся странах требует согласования действий на международном и национальном уровнях с участием правительства, частного сектора и гражданского общества. В современных условиях процессы с привлечением широкого круга заинтересованных лиц играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности на всех уровнях. На мировом уровне ФАО вместе с партнерами по реализации УИР будут играть важную роль в ее поддержке.

Список литературы

Глава 1: Проблема

1. FAO. 2004. *The ethics of sustainable agricultural intensification*. FAO Ethics Series, No. 3. pp. 3-5. Rome.
2. Kassam, A. & Hodgkin, T. 2009. *Rethinking agriculture: Agrobiodiversity for sustainable production intensification*. Platform for Agrobiodiversity Research (<http://agrobiodiversityplatform.org/climatechange/2009/05/14/rethinking-agriculture-agrobiodiversity-for-sustainable-production-intensification/>).
3. Royal Society. 2009. *Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture*. RS Policy document 11/09. London.
4. Hazell, P.B.R. 2008. *An assessment of the impact of agricultural research in South Asia since the green revolution*. Rome, Science Council Secretariat.
5. Gollin, D., Morris, M. & Byerlee, D. 2005. Technology adoption in intensive post-green revolution systems. *Amer. J. Agr. Econ.*, 87(5): 1310-1316.
6. Tilman, D. 1998. The greening of the green revolution. *Nature*, 396: 211-212. DOI: 10.1038/24254
7. Всемирный банк. 2007. *Доклад о мировом развитии 2008*. Вашингтон, Федеральный округ Колумбия.
8. ФАО. 2011. Статистическая база данных ФАОСТАТ (<http://faostat.fao.org/>).
9. ФАО. 2009. *Положение дел в связи с отсутствием продовольственной безопасности в мире: Экономический кризис – последствия и извлеченные уроки*. Рим.
10. Bruinsma, J. 2009. *The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting on How to Feed the World in 2050, 24–26 June 2009. Rome, FAO.
11. Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. & Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671–677.
12. ФАО. 2010. *Положение дел в связи с отсутствием продовольственной безопасности в мире: Решение проблемы отсутствия продовольственной безопасности в условиях затяжных кризисов*. Рим.
13. FAO. 2009. *Food security and agricultural mitigation in developing countries: Options for capturing synergies*. Rome.
14. IFAD. 2010. *Rural Poverty Report 2011. New realities, new challenges: New opportunities for tomorrow's generation*. Rome.
15. United Nations. *World urbanization prospects, the 2009 revision population database* (<http://esa.un.org/wup2009/unup/>).
16. Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Msangi, S. 2008. *International model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT): Model description*. Washington, DC, IFPRI.
17. FAO. 2003. *World agriculture: Towards 2015/2030*, by J. Bruinsma, ed. UK, Earthscan Publications Ltd and Rome, FAO.
18. ФАО. 2009. *Накормить мир, ликвидировать голод. Справочный документ для Всемирного саммита по продовольственной безопасности*. Рим, 18 ноября 2009 года. Рим.
19. Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A.G. & Kaltenborn, B.P., eds. 2009. *The environmental food crisis – The environment's role in averting future food crises. A UNEP rapid response assessment*. Norway, United Nations Environment Programme and GRID-Arendal.
20. IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Synthesis report. A contribution of working groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, by R.T. Watson & the Core Writing Team, eds. UK, Cambridge and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
21. IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. An assessment of the intergovernmental panel on climate change*. Geneva, Switzerland.
22. Rosenzweig, C. & Tubiello, F.N. 2006. Adaptation and mitigation strategies in agriculture: An analysis of potential synergies. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12: 855-873.
23. Jones, P. & Thornton, P. 2008. Croppers to livestock keepers: Livelihood transitions to 2050 in Africa due to climate change. *Environmental Science & Policy*, 12(4): 427-437.
24. Burney, J.A., Davis, S.J. & Lobell, D.B. 2010. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 107(26): 12052-12057.
25. FAO. 2010. *Price volatility in agricultural markets: Evidence, impact on food security and policy responses*. Economic and Social Perspectives Policy Brief No. 12. Rome.
26. Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T.B., Ringler, C., Msangi, S. & You, L. 2010. *Food security, farming, and climate change to 2050: Scenarios, results, policy options*. Washington, DC, IFPRI.
27. FAO. 2006. *World agriculture: Towards 2030/2050. An FAO perspective*. Rome.
28. EC. 2007. *Food security thematic programme: Thematic strategy paper and multiannual indicative programme 2007-2010*. Brussels.

29. Godfray, C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327: 812–818.
 30. ФАО. 2010. Доклад о работе двадцать второй сессии комитета по сельскому хозяйству, Рим, 29 ноября - 3 декабря 2010 года. Рим.
 31. FAO. 2010. *Sustainable crop production intensification through an ecosystem approach and an enabling environment: Capturing efficiency through ecosystem services and management*. Rome.
 32. Foresight. 2011. *The future of food and farming: Challenges and choices for global sustainability*. Final Project Report. London, the Government Office for Science.
 33. IAASTD. 2009. *Agriculture at the crossroads*, by B.D. McIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu & R.T. Watson, eds. Washington, DC.
 34. Pretty, J.N., Noble, A.D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R.E., de Vries, F. & Morison, J.I.L. 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environ. Sci. Technol.*, 40: 1114–1119.
 35. Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M., Aviles-Vazquez, K., Samulon, A. & Perfecto, I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renew. Agric. Food Syst.*, 22: 86–108.
 36. Power, A.G. 2010. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 365(1554): 2959–2971.
 37. Warner, K.D. 2006. Extending agroecology: Grower participation in partnerships is key to social learning. *Renewable Food Agric. Syst.*, 21(2): 84–94.
 38. Swanson, B.E. & Rajalahti, R. 2010. *Strengthening agricultural extension and advisory systems: Procedures for assessing, transforming, and evaluating extension systems*. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 45. Washington, DC, The International Bank for Reconstruction and Development and World Bank.
 39. ФАО. 2011. *Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства: Женщины в сельском хозяйстве – Устранение гендерного разрыва в интересах развития*. Рим.
- ## Глава 2: Системы ведения сельского хозяйства
1. Doran, J.W. & Zeiss, M.R. 2000. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, 15: 3–11.
 2. Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Phil Trans Royal Society of London, B* 363(1491): 447–466.
 3. Kassam, A.H., Friedrich, T., Shaxson, F. & Pretty, J. 2009. The spread of Conservation Agriculture: Justification, sustainability and uptake. *Int. Journal of Agric. Sust.*, 7(4): 292–320.
 4. Godfray, C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327: 812–818.
 5. Pretty, J., Toulmin, C. & Williams, S. 2011. Sustainable intensification in African agriculture. *Int. Journal of Agric. Sust.*, 9.1. (in press)
 6. Shaxson, F., Kassam, A., Friedrich, T., Boddey, R. & Adekunle, A. 2008. *Underpinning the benefits conservation agriculture: Sustaining the fundamental of soil health and function*. Main document for the Workshop on Investing in Sustainable Crop Intensification: The case of soil health, 24–27 July. Rome, FAO.
 7. Uphoff, N., Ball, A.S., Fernandes, E., Herren, H., Husson, O., Laing, M., Palm, C., Pretty, J., Sanchez, P., Sanginga, N. & Thies, J., eds. 2006. *Biological approaches to sustainable soil systems*. Boca Raton, Florida, USA, CRC Press, Taylor & Francis Group.
 8. Montgomery, D. 2007. *Dirt, the erosion of civilizations*. Berkeley and Los Angeles, USA, University California Press.
 9. FAO. 2003. *World agriculture: Towards 2015/2030*, by J. Bruinsma, ed. UK, Earthscan Publications Ltd and Rome, FAO.
 10. Mrema, G.C. 1996. *Agricultural development and the environment in Sub-Saharan Africa: An engineer's perspective*. Keynote paper presented at the First International Conference of SEASAE, Oct. 2–4, 1996, Arusha, Tanzania.
 11. Legg, B.J., Sutton, D.H. & Field, E.M. 1993. *Feeding the world: Can engineering help?* Fourth Erasmus Darwin Memorial Lecture, 17 November 1993, Silsoe.
 12. Baig, M.N. & Gamache, P.M. 2009. *The economic, agronomic and environmental impact of no-till on the Canadian prairies*. Canada, Alberta Reduced Tillage Linkages.
 13. Lindwall, C.W. & Sonntag, B., eds. 2010. *Landscape transformed: The history of conservation tillage and direct seeding*. Saskatoon, Canada, Knowledge Impact in Society.
 14. Friedrich, T. & Kienzle, J. 2007. *Conservation agriculture: Impact on farmers' livelihoods, labour, mechanization and equipment*. Rome, FAO.
 15. Giller, K.E., Murmiwa, M.S., Dhlwayo, D.K.C., Mafongoya, P.L. & Mpepereki, S. 2011. Soyabeans and sustainable agriculture in Southern Africa. *Int. Journal of Agric. Sust.*, 9(1). (in press)
 16. Knuutila, O., Hautala, M., Palojarvi, A. & Alakukku, L. 2010. Instrumentation of automatic measurement and modelling of temperature in zero tilled soil during whole year. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering AgEng 2010, Towards Environmental Technologies*, Clermont Ferrand, France, Sept. 6–8. France, Cemagref.
 17. Owenya, M.Z., Mariki, W.L., Kienzle, J., Friedrich, T. & Kassam, A. 2011. Conservation agriculture (CA) in Tanzania: The case of Mwangaza B CA farmer field school (FFS), Rhotia Village, Karatu District, Arusha. *Int. Journal of Agric. Sust.*, 9.1. (in press)
 18. Bruce, S.E., Howden, S.M., Graham, S., Seis, C., Ash, J. & Nicholls, A.O. 2005. Pasture cropping: Effect on biomass, total cover, soil water & nitrogen. *Farming Ahead*.

19. Landers, J. 2007. Tropical crop-livestock systems in Conservation Agriculture: The Brazilian experience. *Integrated Crop Management*, 5. Rome, FAO.
 20. Joshi, P.K., Challa, J. & Virmani, S.M., eds. 2010. *Conservation agriculture: Innovations for improving efficiency, equity and environment*. New Delhi, New Delhi National Academy of Agricultural Sciences.
 21. IFPRI. 2010. Zero tillage in the rice-wheat systems of the Indo-Gangetic Plains: A review of impacts and sustainability implications, by O. Erenstein. In D.J. Spielman & R. Pandya-Lorch, eds. *Proven successes in agricultural development: A technical compendium to millions fed*. Washington, DC.
 22. Sims, B., Friedrich, T., Kassam, A.H. & Kienzie, J. 2009. *Agroforestry and conservation agriculture: Complementary practices for sustainable agriculture*. Paper presented at the 2nd World Congress on Agroforestry, Nairobi, August 2009. Rome.
 23. Kassam, A., Stoop, W. & Uphoff, N. 2011. Review of SRI modifications in rice crop and water management and research issues for making further improvements in agricultural and water productivity. *Paddy and water environment*, 9.
- ### Глава 3: Здоровье почвы
1. Hetteling, J.P., Slootweg, J. & Posch, M., eds. 2008. *Critical load, dynamic modeling and impact assessment in Europe: CCE Status Report 2008*. The Netherlands, Netherlands Environmental Assessment Agency.
 2. Cassman, K.G., Olk, D.C. & Dobermann, A., eds. 1997. Scientific evidence of yield and productivity declines in irrigated rice systems of tropical Asia. *International Rice Commission Newsletter*, 46. Rome, FAO.
 3. de Ridder, N., Breman, H., van Keulen, H. & Stomph, T.J. 2004. Revisiting a "cure against land hunger": Soil fertility management and farming systems dynamics in the West Africa Sahel. *Agric. Syst.*, 80(2): 109–131.
 4. Fermont, A.M., van Asten, P.J.A., Tittone, P., van Wijk, M.T. & Giller, K.E. 2009. Closing the cassava yield gap: An analysis from smallholder farms in East Africa. *Field Crops Research*, 112: 24–36.
 5. Howeler, R.H. 2002. Cassava mineral nutrition and fertilization. In R.J. Hillocks, M.J. Thresh & A.C. Bellotti, eds. *Cassava: Biology, production and utilization*, pp. 115–147. Wallingford, UK, CABI Publishing.
 6. Allen, R.C. 2008. The nitrogen hypothesis and the English agricultural revolution: A biological analysis. *The Journal of Economic History*, 68: 182–210.
 7. ФАО. 2011. Статистическая база данных ФАОСТАТ (<http://faostat.fao.org/>).
 8. Jenkinson, D.S. Department of Soil Science, Rothamsted Research. Interview with BBC World. 6 November 2010.
 9. Miao, Y., Stewart, B.A. & Zhang, F.S. 2011. Long-term experiments for sustainable nutrient management in China. A review. *Agron. Sustain. Dev.* (in press)
 10. Bot, A. & Benites, J. 2005. *The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food and production*. FAO Soil Bulletin No. 80. Rome.
 11. Dudal, R. & Roy, R.N. 1995. *Integrated plant nutrition systems*. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No. 12. Rome.
 12. Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J. & Tandon, H.L.S. 2006. *Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management*. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16. Rome.
 13. Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. & Schuman, G.E. 1997. Soil quality: A concept, definition and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61: 4–10.
 14. USDA-NRCS. 2010. *Soil quality - Improving how your soil works* (<http://soils.usda.gov/sqi/>).
 15. EU-JRC. 2006. *Bio-Bio project: Biodiversity-Bioindication to evaluate soil health*, by R.M. Cenci & F. Sena, eds. Institute for Environment and Sustainability. EUR, 22245.
 16. Kinyangi, J. 2007. *Soil health and soil quality: A review*. Ithaca, USA, Cornell University. (mimeo)
 17. Vanlauwe, B., Bationo, A., Chianu, J., Giller, K.E., Merckx, R., Mokwunye, U., Ohiokepehai, O., Pypers, P., Tabo, R., Shepherd, K.D., Smaling, E.M.A., Woomer, P.L. & Sanginga, N. 2010. Integrated soil fertility management - Operational definition and consequences for implementation and dissemination. *Outlook on Agriculture*, 39:17–24.
 18. Bationo, A. 2009. Soil fertility – Paradigm shift through collective action. *Knowledge for development – Observatory on science and technology* (<http://knowledge.cta.int/en/Dossiers/Demanding-Innovation/Soil-health/Articles/Soil-Fertility-Paradigm-shift-through-collective-action>).
 19. IFDC. 2011. *Integrated soil fertility management* (www.ifdc.org/getdoc/1644daf2-5b36-4191-9a88-ca8a4a9b93cb/ISFM).
 20. Rodale Institute. *Soils* (<http://rodaleinstitute.org/course/M2/1>).
 21. FAO. 2008. An international technical workshop Investing in sustainable crop intensification: The case for improving soil health, FAO, Rome: 22–24 July 2008. *Integrated Crop Management*, 6(2008). Rome.
 22. Weber, G. 1996. Legume-based technologies for African savannas: Challenges for research and development. *Biological Agriculture and Horticulture*, 13: 309–333.
 23. Chabi-Olaye, A., Nolte, C., Schulthess, F. & Borgemeister, C. 2006. Relationships of soil fertility and stem borers damage to yield in maize-based cropping system in Cameroon. *Ann. Soc. Entomol. (N.S.)*, 42 (3–4): 471–479.
 24. Giller, K.E., Beare, M.H., Lavelle, P., Izac, A. & Swift, M.J. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 6: 3–16.

25. Sanchez, P.A., Shepherd, K.D., Soule, M.J., Place, F.M., Buresh, R.J., Izac, A.-M.N., Mkwunye, A.U., Kwesiga, F.R., Ndiritu, C.G. & Woomer, P.L. 1997. Soil fertility replenishment in Africa: An investment. In R.J. Buresh, P.A. Sanchez & F. Calhoun, eds. *Replenishing soil fertility in Africa: Proceedings of an international symposium, 6 November 1996*, pp. 1-46. Madison and Indianapolis, USA, Soil Science Society of America Inc.
26. Sanginga, N. & Woomer, P.L. 2009. *Integrated soil fertility management in Africa: Principles, practices, and developmental processes*. Nairobi, TSBF-CIAT.
27. Sanginga, N., Dashiell, K.E., Diels, J., Vanlauwe, B., Lyasse, O., Carsky, R.J., Tarawali, S., Asafo-Adjei, B., Menkir, A., Schulz, S., Singh, B.B., Chikoye, D., Keatinge, D. & Ortiz, R. 2003. Sustainable resource management coupled to resilient germplasm to provide new intensive cereal-grain-legume-livestock systems in the dry savanna. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100: 305-314.
28. Sanchez, P.A. 2000. Linking climate change research with food security and poverty reduction in the topics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 82: 371-383.
29. Garrity, D.P., Akininifesi, F.K., Ajayi, O.C., Weldesemayat, S.G., Mowo, J.G., Kalinganire, A., Larwanou, M. & Bayala, J. 2010. Evergreen agriculture: A robust approach to sustainable food security in Africa. *Food Security*, 2: 197-214.
30. Dobermann, A. 2000. Future intensification of irrigated rice systems. In J.E. Sheehy, P.L. Mitchel, & B. Hardy, eds. *Re-designing rice photosynthesis to increase yield*, pp. 229-247. Makati City, Philippines and Amsterdam, IRRI / Elsevier.
31. Byrnes, B.H., Vlek, P.L.C. & Craswell, E.T. 1979. The promise and problems of super granules for rice fertilization. In S. Ahmed, H.P.M. Gunasena & Y.H. Yang, eds. *Proceedings: Final inputs review meeting, Honolulu, Hawaii, 20-24 August 1979*. Hawaii, East-West Center.
32. Craswell, E.T., De Datta, S.K., Obcemea, W.N. & Hartantyo, M. 1981. Time and mode of nitrogen fertilizer application. *Fertilizer Research*, 2: 247-259.
33. Rong-Ye, C. & Zhu Zhao Liang. 1982. Characteristics of the fate and efficiency of nitrogen in supergranules of urea. *Fertilizer Research*, 3: 63-71.
34. Roy, R.N. & Misra, R.V. 2003. Economic and environmental impact of improved nitrogen management in Asian rice. In FAO. *Sustainable rice production for food security. Proceedings of the 20th Session of the International Rice Commission*. Bangkok, 23-26 July 2002. Rome.
35. Thomas, J. & Prasad, R. 1982. On the nature of mechanism responsible for the higher efficiency for urea super granules for rice. *Plant and Soil*, 69: 127-130.
36. Visocky, M. 2010. Fertilizer system revolutionizes rice farming in Bangladesh. *Frontlines*, 12(2010).
37. Peng, S., Buresh, R.J., Huang, J., Zhong, X., Zou, Y., Yang, J., Wang, G., Liu, Y., Hu, R., Tang, Q., Cui, K., Zhang, F.S. & Dobermann, A. 2010. Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 30(2010): 649-656.
38. Sachs, J., Remans, R., Smukler, S., Winowiecki, L., Sandy, J., Andelman, S.J., Cassman, K.G., Castle, L.D., DeFries, R., Denning, G., Fanzo, J., Jackson, L.E., Leemans, R., Lehmann, J., Milder, J.C., Naeem, S., Nziguheba, G., Palm, C.A., Pingali, P.L., Reganold, J.P., Richter, D.D., Scherr, S.J., Sircely, J., Sullivan, C., Tomich, T.P. & Sanchez, P.A. 2010. Monitoring the world's agriculture. *Nature*, 466: 558-560.
39. Steiner, K., Herweg, K. & Dumanski, J. 2000. Practical and cost-effective indicators and procedures for monitoring the impacts of rural development projects on land quality and sustainable land management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 147-154.
40. FAO. 2010. *Climate-smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation*. Rome.
41. Dumanski, J. & Pieri, C. 2000. Land quality indicators: Research plan. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 81: 93-102.
42. Mutsaers, H.J.W. 2007. *Peasants, farmers and scientists*. New York, USA, Springer Verlag.

Глава 4: Культуры и сорта

1. Fowler, C. & Hodgkin, T. 2004. Plant genetic resources for food and agriculture: Assessing global availability. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 29: 143-79.
2. FAO. 2010. *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome.
3. Александрова, Н. & Атанасов, А. 2010. *Сельскохозяйственные биотехнологии в развивающихся странах: варианты и возможности в производстве сельскохозяйственных культур, в лесном хозяйстве, в животноводстве, в рыбном хозяйстве и в агропромышленном комплексе для преодоления проблем продовольственной безопасности и изменения климата (ABDC-10)*. Региональной сессии для стран Европы и Центральной Азии: Сельскохозяйственные биотехнологии в Европе и в Центральной Азии: новые вызовы и возможности, открывающиеся в свете недавнего кризиса и изменения климата, Гвадалахара, Мексика, 1-4 марта 2010 г.
4. ФАО. 2009. *Декларация всемирного саммита по продовольственной безопасности, 16-18 ноября 2009 года*. Рим.
5. FAO. 2009. *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: A global treaty for food security and sustainable agriculture*. Rome.
6. КБР. 2006. *Глобальная перспектива в области биоразнообразия 2*. Монреаль, Канада.

7. Moore, G. & Tymowski, W. 2005. *Explanatory guide to the International Treaty for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Gland, Switzerland, Cambridge, UK and Bonn, Germany, IUCN.
 8. Jarvis, D., Hodgkin, T., Bhuwon, S., Fadda, C. & Lopez Noriega, I. 2011. *A heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production systems. Critical reviews in plant sciences*. (in press)
 9. Hunter, D. & Heywood, V., eds. 2011. *Crop wild relatives. A manual of in situ conservation*. London, Bioversity International, Earthscan.
 10. Street, K., Mackay, M., Zeuv, E., Kaul, N., El Bouhssine, M., Konopka, J. & Mitrofanova, O. 2008. *Swimming in the gene pool – A rational approach to exploiting large genetic resource collections. Proceedings 11th International Wheat Genetics Symposium, Brisbane*. Sydney, Sydney University Press.
 11. Ceccarelli, S., Grando, S., Shevstov, V., Vivar, H., Yayaoui, A., El-Bhoussini, M. & Baum, M. 2001. *The ICARDA strategy for global barley improvement*. Aleppo, Syria, ICARDA.
 12. Lipper, L., Anderson, C.L. & Dalton, T.J., eds. 2010. *Seed trade in rural markets: Implications for crop diversity and agricultural development*. Rome, FAO and London, Earthscan.
- Глава 5: Управление водными ресурсами**
1. IIASA/FAO. 2010. *Global agro-ecological zones (GAEZ v3.0)*. Laxenburg, Austria, IIASA and Rome, FAO.
 2. French, R.J. & Schultz, J.E. 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean type environment. I: The relation between yield, water use and climate. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35(6): 743–764.
 3. Sadras, V.O. & Angus, J.F. 2006. Benchmarking water use efficiency of rainfed wheat in dry environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57: 847–856.
 4. ПРООН. 2006. *Доклад о развитии человека 2006*. Нью-Йорк, Соединенные Штаты Америки.
 5. Wani, S.P., Rockstrom, J. & Oweis, T., eds. 2009. *Rainfed agriculture: Unlocking the potential. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture* 7. Wallingford, UK, CABI Publishing.
 6. FAO. 2011. AQUASTAT statistical database (www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm).
 7. Perry, C., Steduto, P., Allen, R. & Burt, C. 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96(2009): 1517–1524.
 8. Batchelor, C., Singh, A., Rama Rao, M.S. & Butterworth, J. 2005. *Mitigating the potential unintended impacts of water harvesting*. UK, Department for International Development.
 9. Liniger, H.P., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. & Gurtner, M. 2011. *Sustainable land management in practice – Guidelines and best practices for Sub-Saharan Africa*. Rome, TerrAfrica, WOCAT and FAO.
 10. FAO. 2002. *Deficit irrigation practices*. Water reports No. 32, 51: 87–92.
 11. Oweis, T., Hachum, A. & Kijne, J. 1999. *Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas*. SWIM Paper 7. Colombo, Sri Lanka, ICARDA/IMWI.
 12. ICARDA. 2010. *ICARDA Annual Report 2009*. Aleppo, Syria.
 13. FAO. 2010. *Mapping systems and service for multiple uses in Fenhe irrigation district, Shanxi Province, China*. Rome.
- Глава 6: Защита растений**
1. Rana, S. 2010. *Global agrochemical market back in growth mode in 2010*. Agrow (www.agrow.com).
 2. Lewis, W.J., van Lenteren, J.C., Phatak, S.C. & Tumlinson, J.H. 1997. A total system approach to sustainable pest management. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 94(1997): 12243–12248.
 3. Wood, B.J. 2002. Pest control in Malaysia's perennial crops: A half century perspective tracking the pathway to integrated pest management. *Integrated Pest Management Reviews*, 7: 173–190.
 4. Pimentel, D. & Levitan, L. 1986. Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pests. *BioScience*, 36(2): 86–91.
 5. Stern, V.M., Smith, R.F., van den Bosch, R. & Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29: 81–101.
 6. FAO. 1966. *Proceedings of the FAO Symposium on Integrated Pest Control, Rome, 1965*. Rome, FAO.
 7. Smith, R.F. & Doult, R.L. 1971. The pesticide syndrome—diagnosis and suggested prophylaxis. In C.B. Huffaker, ed. *Biological Control. AAAS Symposium Proceedings on Biological Control, Boston, December 1969*, pp. 331–345. New York, Plenum Press.
 8. IAASTD. 2009. *Agriculture at the crossroads*, by B.D. McIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu & R.T. Watson, eds. Washington, DC.
 9. Way, M.J. & Heong, K.L. 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice: A review. *Bulletin of Entomological Research*, 84: 567–587.
 10. Gallagher, K., Ooi, P., Mew T., Borromeo, E., Kenmore, P.E. & Ketelaar, J. 2005. Ecological basis for low-toxicity: Integrated pest management (IPM) in rice and vegetables. In J. Pretty, ed. *The Pesticide Detox*, pp. 116–134. London, Earthscan.
 11. Catindig, J.L.A., Arida, G.S., Baehaki, S.E., Bentur, J.S., Cuong, L.Q., Norowi, M., Rattanakarn, W., Sriratanasak, W., Xia, J. & Lu, Z. 2009. In K.L. Heong & B. Hardy, eds. *Planthoppers: New threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*, pp.191– 220, 221–231. Los Baños, Philippines, IRRI.
 12. Neuenschwander, P. 2001. Biological control of the cassava mealybug in Africa: A review. *Biological Control*, 21(3): 214–229.

13. Bellotti, A.C., Braun, A.R., Arias, B., Castillo, J.A. & Guerrero, J.M. 1994. Origin and management of neotropical cassava arthropod pests. *African Crop Science Journal*, 2(4): 407-417.
 14. Luttrell, R.G., Fitt, G.P., Ramalho, F.S. & Sugonyaev, E.S. 1994. Cotton pest management: Part 1. A worldwide perspective. *Annual Review of Entomology*, 39: 517-526.
 15. Bove, J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88(1): 7-37.
 16. Gottwald, T.R. 2010. Current epidemiological understanding of Citrus Huanglongbing. *Annual Review of Phytopathology*, 48: 119-139.
 17. Gilbertson, R.L. 2006. *Integrated pest management of tomato virus diseases in West Africa* (www.intpdn.org/files/IPM_Tomato_Bob_Gilbertson_UC_Davis.pdf).
 18. Guillon, M. 2004. *Current world situation on acceptance and marketing of biological control agents* (BCAS). Pau, France, International Biocontrol Manufacturer's Association.
- Глава 7: Стратегии и организационные меры**
1. Pingali, P. & Raney, T. 2005. *From the green revolution to the gene revolution: How will the poor fare?* ESA Working Paper No. 05-09. Rome, FAO.
 2. Pingali, P. & Traxler, G. 2002. *Changing locus of agricultural research: Will the poor benefit from biotechnology and privatization trends*. Food Policy, 27: 223-238.
 3. Beintema, N.M. & Stads, G.J. 2010. *Public agricultural R&D investments and capacities in developing countries: Recent evidence for 2000 and beyond*. Note prepared for GCARD 2010.
 4. Crawford, E., Kelley, V., Jayne, T. & Howard, J. 2003. *Input use and market development in Sub-Saharan Africa: An overview*. Food Policy, 28(4): 277-292.
 5. Всемирный банк. 2007. *Доклад о мировом развитии 2008*. Вашингтон, Федеральный округ Колумбия.
 6. De Schutter, O. 2010. *Addressing concentration in food supply chains: The role of competition law in tackling the abuse of buyer power*. UN Special Rapporteur on the right to food, Briefing note 03. New York, USA.
 7. Humphrey, J. & Memedovic, O. 2006. *Global value chains in the agrifood sector*. Vienna, UNIDO.
 8. IAASTD. 2009. *Agriculture at the crossroads*, by B.D. McIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu & R.T. Watson, eds. Washington, DC.
 9. Alexandratos, N. 2010. *Expert meeting on "Feeding the World in 2050". Critical evaluation of selected projections*. Rome, FAO. (mimeo)
 10. IFPRI. 2010. *Proven successes in agricultural development: A technical compendium to Millions Fed*, by D.J. Spielman & R. Pandya-Lorch, eds. Washington, DC.
 11. Fischer, R.A., Byerlee, D. & Edmeades, G.O. 2009. *Can technology deliver on the yield challenge to 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting: How to Feed the World in 2050, 24-26 June 2009. Rome, FAO.
 12. FAO. 2010. *Climate smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation*. Rome.
 13. FAO. 2009. *Food security and agricultural mitigation in developing countries: Options for capturing synergies*. Rome.
 14. Hazell, P. & Fan, S. 2003. *Agricultural growth, poverty reduction and agro-ecological zones in India: An ecological fallacy?* Food Policy, 28(5-6): 433-436.
 15. CBD. 2010. *Perverse incentives and their removal or mitigation* (www.cbd.int/incentives/perverse.shtml).
 16. UNEP/IISD. 2000. *Environment and trade: A handbook*. Canada, IISD.
 17. OECD. 2003. *Perverse incentives in biodiversity loss*. Paper prepared for the Ninth Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA 9). Paris.
 18. Rhodes, D. & Novis, J. 2002. *The impact of incentives on the development of plantation forest resources in New Zealand*. Information Paper No. 45. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry.
 19. DNR. 2008. *Environmental harmful subsidies - A threat to biodiversity*. Munich, Germany.
 20. FAO. 2010. *Price volatility in agricultural markets: Evidence, impact on food security and policy responses*. Economic and Social Perspectives Policy Brief No. 12. Rome.
 21. ФАО. 2009. *Накормить мир, ликвидировать голод*. Справочный документ для Всемирного саммита по продовольственной безопасности, Рим, 18 ноября 2009 года. Рим.
 22. Ceccarelli, S. 1989. Wide adaptation. How wide? *Euphytica*, 40: 197-205.
 23. Lipper, L., Anderson, C.L. & Dalton, T.J. 2009. *Seed trade in rural markets: Implications for crop diversity and agricultural development*. Rome, FAO and London, Earthscan.
 24. TEEB. 2010. *The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. Malta, Progress Press.
 25. Wunder, S., Engel, S.Y. & Pagiola, S. 2008. Payments for environmental services in developing and developed countries. *Ecological economics*, 65(4): 663-852.
 26. FAO. 2007. *The State of Food and Agriculture 2007: Paying farmers for environmental services*. Rome.
 27. ФАО. 2010. *Положение дел в связи с отсутствием продовольственной безопасности в мире: Решение проблемы отсутствия продовольственной безопасности в условиях затяжных кризисов*. Рим.
 28. GNHC. 2009. *10th five year plan 2008-2013*. Main document, vol. I. Royal Government of Bhutan.
 29. Wilkes, A., Tan, J. & Mandula. 2010. The myth of community and sustainable grassland management in China. *Frontiers of Earth Science in China*, 4(1): 59-66.

30. Lipper, L. & Neves, B. 2011. Pagos por servicios ambientales: ¿qué papel ocupan en el desarrollo agrícola sostenible? *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 228(7-8): 55-86.
31. Donnelly, T. 2010. *A literature review on the relationship between property rights and investment incentives*. Rome, FAO. (mimeo)
32. Fitzpatrick, D. 2005. Best practice: Options for the legal recognition of customary tenure. *Development and Change*, 36(3): 449-475. DOI: 10.1111/j.0012-155X.2005.00419.x
33. FAO. 2010. *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome.
34. Piesse, J. & Thirtle, C. 2010. Agricultural R&D, technology and productivity. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 365(1554): 3035-3047.
35. Pardey, P.G., Beintema, N., Dehmer, S. & Wood, S. 2006. *Agricultural research: A growing global divide?* IFPRI Food Policy Report. Washington, DC, IFPRI.
36. United Nations. 2009. *Promotion and protection of human rights: Human rights questions, including alternative approaches for improving the effective enjoyment of human rights and fundamental freedoms* (UN GA Doc A/64/170). New York, USA.
37. Wright, B.D., Pardey, P.G., Nottenberg, C. & Koo, B. 2007. Agricultural innovation: Investments and incentives. In R.E. Evenson & P. Pingali, eds. *Handbook of agricultural economics*, vol. 3. Amsterdam, Elsevier Science.
38. Helfer, L.H. 2004. *Intellectual property rights in plant varieties*. Rome, FAO.
39. GAT. 2010. *Transforming agricultural research for development*. Paper commissioned by the Global Forum on International Agricultural Research (GFAR) as an input into the Global Conference on Agricultural Research for Development (GCARD), Montpellier, 28-31 March 2010.
40. Hazell, P., Poulton, C., Wiggins, S. & Dorward, A. 2007. *The future of small farms for poverty reduction and growth*. 2020 Discussion Paper No. 42. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
41. IFAD. 2010. *Rural Poverty Report 2011. New realities, new challenges: New opportunities for tomorrow's generation*. Rome.
42. Scoones, I. & Thompson, J. 2009. *Farmer first revisited: Innovation for agricultural research and development*. Oxford, ITDG Publishing.
43. Shepherd, A.W. 2000. *Understanding and using market information*. Marketing Extension Guide, No. 2. Rome, FAO.
44. IFAD/WFP. 2010. *The potential for scale and sustainability in weather index insurance for agriculture and rural livelihoods*, by P. Hazell, J. Anderson, N. Balzer, A. Hastrup Clemmensen, U. Hess & F. Rispoli. Rome.
45. Devereux, S. 2002. Can social safety nets reduce chronic poverty? *Development Policy Review*, 20(5): 657-675.
46. Ravallion, M. 2009. *Do poorer countries have less capacity for redistribution?* Policy Research Working Paper No. 5046. Washington, DC, World Bank.
47. FAO. 2006. *The right to food guidelines: Information papers and case studies*. Rome.
48. Shepherd, A.W. 2007. *Approaches to linking producers to markets*. Agricultural Management, Marketing and Finance Occasional Paper, No. 13. Rome, FAO.
49. Winters, P., Simmons, P. & Patrick, I. 2005. Evaluation of a hybrid seed contract between smallholders and a multinational company in East Java, Indonesia. *The Journal of Development Studies*, 41(1): 62-89.
50. Little, P.D. & Watts, M.J., eds. 1994. *Living under contract: Contract farming and agrarian transformation in Sub-Saharan Africa*. Madison, USA, University of Wisconsin Press.
51. Berdegue, J., Balsevich, F., Flores, L. & Reardon, T. 2003. *Supermarkets and private standards for produce quality and safety in Central America: Development implications*. Report to USAID under the RAISE/SPS project, Michigan State University and RIMISP.
52. Reardon, T., Timmer, C.P., Barrett, C.B. & Berdegue, J. 2003. The rise of supermarkets in Africa, Asia, and Latin America. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(5): 1140-1146.
53. Johnson, N. & Berdegue, J.A. 2004. *Collective action and property rights for sustainable development: Property rights, collective action, and agribusiness*. IFPRI Policy Brief, 2004. Washington, DC.
54. Cavatassi, R., Gonzalez, M., Winters, P.C., Andrade-Piedra, J., Thiele, G. & Espinosa, P. 2010. *Linking smallholders to the new agricultural economy: The case of the Plataformas de Concertación in Ecuador*. ESA Working Paper, No. 09-06. Rome, FAO.
55. McCulloch, E.B., Pingali, P.L. & Stamoulis, K.G., eds. 2008. *The transformation of agri-food systems: Globalization, supply chains and smallholder farmers*. Rome, FAO and London, Earthscan.
56. Singh, S. 2002. Multi-national corporations and agricultural development: A study of contract farming in the Indian Punjab. *Journal of International Development*, 14: 181-194.
57. Dietrich, M. 1994. *Transaction cost economics and beyond: Towards a new economics of the firm*. London, Routledge.

Список сокращений

ВТО Всемирная торговая организация

га гектары

ГВМ глубокое внесение мочевины

ГРР генетические ресурсы растений

ДО дополнительное орошение

ИКРАФ Всемирный центр агролесоводства

КБР Конвенция о биологическом разнообразии

КБВ Комплексная борьба с вредителями

КГМСИ Консультативная группа по международным сельскохозяйственным исследованиям

МДГРРПСХ Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства

МИТСХ Международный институт тропического сельского хозяйства

МФСР Международный фонд сельскохозяйственного развития

МЦРУ Международный центр развития удобрений

НПО неправительственные организации

ООН Организация Объединенных Наций

ПИС права на интеллектуальную собственность

ПМВСХ почвозащитные методы ведения сельского хозяйства

ПРООН Программа развития Организации Объединенных Наций

РКИК Рамочная конвенция ООН об изменении климата

СГМ супергранулы мочевины

СМС служба коротких сообщений

СУПРУМУ система управления питанием растений с учетом местных условий

т тонны

УИР устойчивая интенсификация растениеводства

ФАО Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций

ШОФ школа обучения фермеров

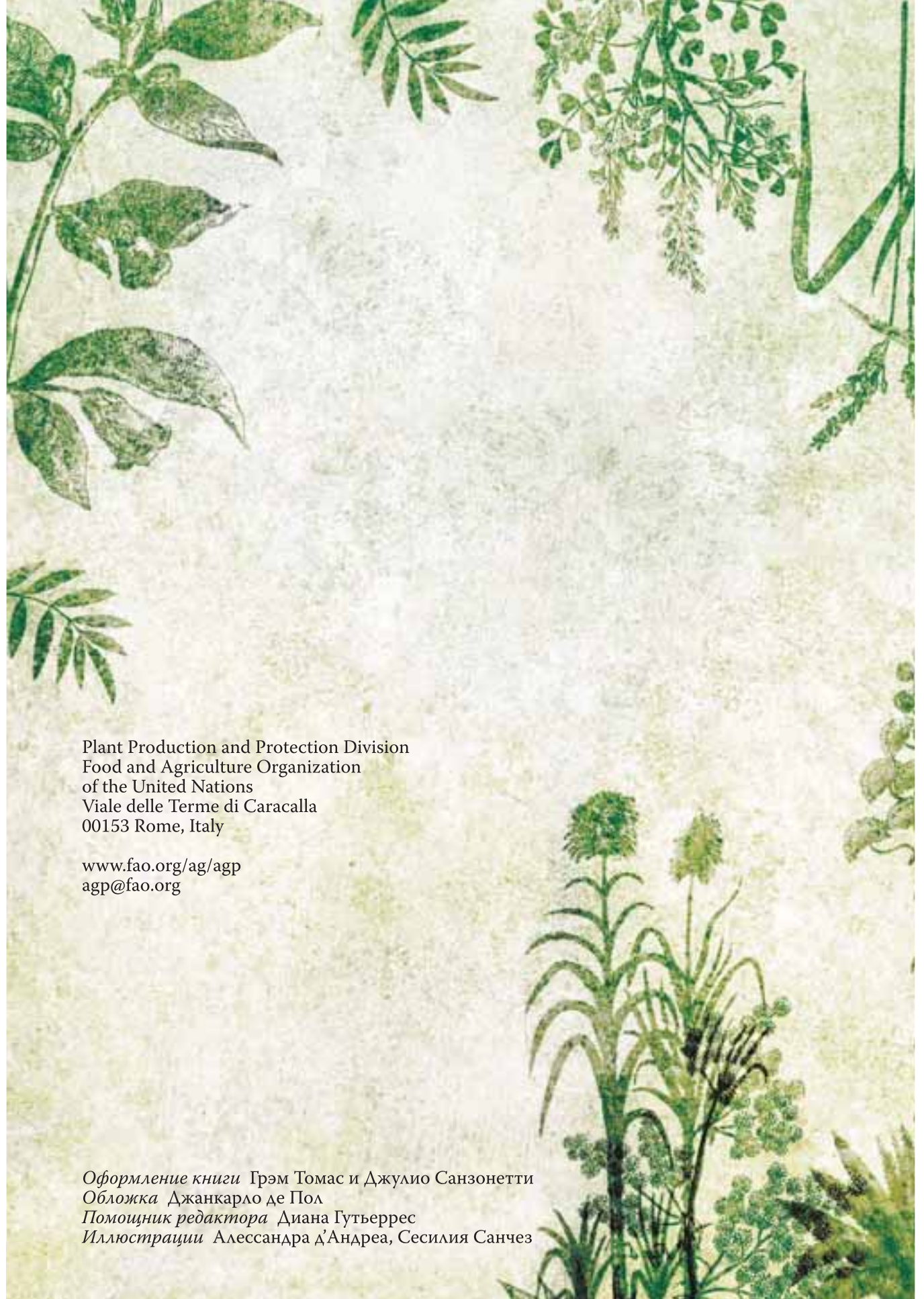
ЮНЕП Организация Объединенных Наций по окружающей среде

НЛВ болезнь "хуанлонбин" (позеленение цитрусовых)

N азот

N₂O закись азота

P фосфор



Plant Production and Protection Division
Food and Agriculture Organization
of the United Nations
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy

www.fao.org/ag/agp
agp@fao.org

Оформление книги Грэм Томас и Джулио Санзонетти
Обложка Джанкарло де Пол
Помощник редактора Диана Гутьеррес
Иллюстрации Алессандра д'Андреа, Сесилия Санчез

A detailed botanical illustration in a classic, slightly faded style, featuring various green plants with leaves, stems, and small flowers. The plants are arranged in a dense, overlapping manner, filling the background of the page. The colors are primarily shades of green, with some brown and tan tones for the stems and seed pods.

«Мы все заинтересованы
в сохранении нашей планеты
и предоставлении сельскому
хозяйству возможности расти
и преодолевать трудности,
встающие на его пути.»

Жак Диуф

Генеральный директор

Продовольственная и сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

ISBN 978-92-5-406871-4



9 789254 068714

I2215R/1/05.11