



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.*



**И**сторию сельского хозяйства можно представить как долгий процесс его интенсификации<sup>1</sup>, 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 болезнестойчивыми, 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.

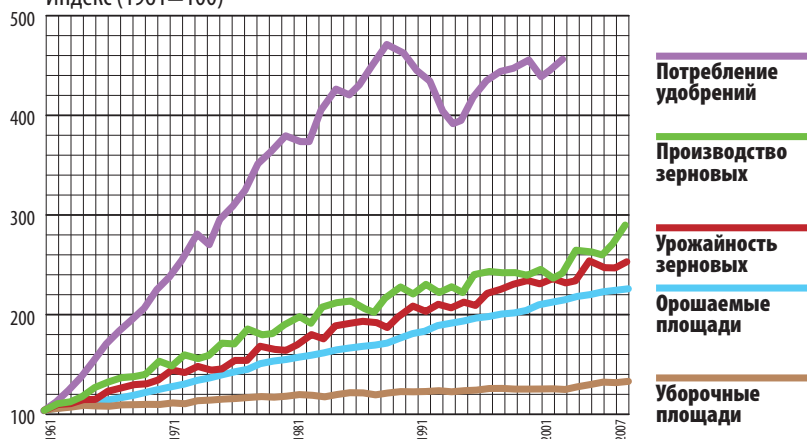
Интенсификация сельского хозяйства в XX веке представляла собой сдвиг парадигмы от традиционных систем сельскохозяйственного производства, основывавшихся большей частью на управлении природными ресурсами и экосистемными услугами, к применению в растениеводстве достижений современной биохимии и инженерной 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 капиталоемкости<sup>2</sup>.

**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 мире<sup>3</sup>. Эта производственная модель, первоначально сосредоточившаяся на внедрении улучшенных, более высокоурожайных сортов пшеницы, риса и кукурузы в областях с высоким потенциалом<sup>4, 5</sup>, 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 сорняками<sup>6</sup>.

«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 урожай зерновых в Южной Азии выросли более чем на 50 процентов, а масштабы бедности сократились на 30 процентов<sup>7</sup>. 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. тонн<sup>8</sup>. Рост урожая и снижение цен на зерновые значительно уменьшили продовольственную нестабильность в 1970-х и 1980-х годах, когда количество недоедающих фактически умень-

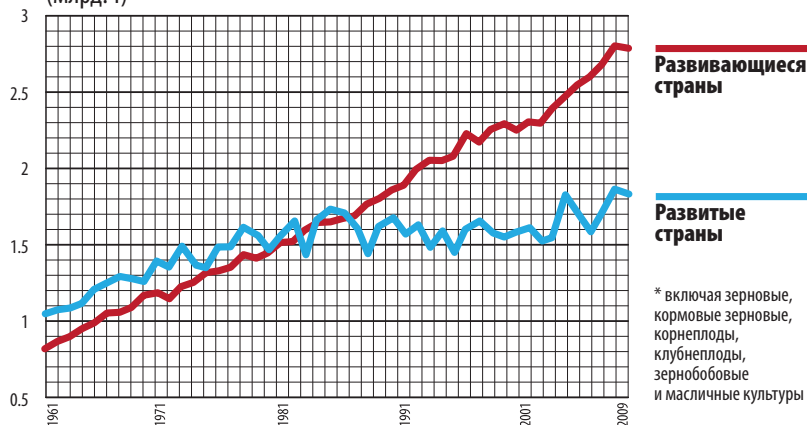
**Показатели интенсификации глобального производства сельскохозяйственных культур, 1961-2007 гг.**  
Индекс (1961=100)

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



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

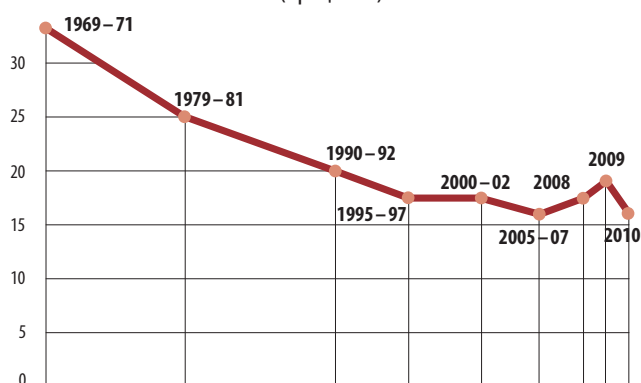
ФАО. 2011.  
Статистическая база данных  
ФАОСТАТ  
(<http://faostat.fao.org/>).



\* 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 годами<sup>9</sup>.

## Гроза надвигается

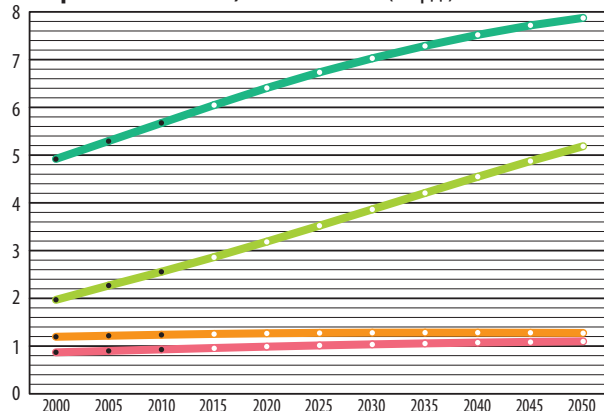
**С**егодня общепризнанно, что такой значительный рост производства и производительности в сельском хозяйстве зачастую имел настолько серьезные негативные последствия для сельскохозяйственной базы природных ресурсов, что они поставили под угрозу ее потенциальную производительность в будущем. «Негативные 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<sup>10,11</sup>.

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 населения<sup>12</sup>. 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 хозяйства<sup>13</sup>. 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 Африке<sup>14</sup>.

**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 странах<sup>15</sup>. 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 странах<sup>16</sup>.

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.)**



Менее развитые  
регионы, всего

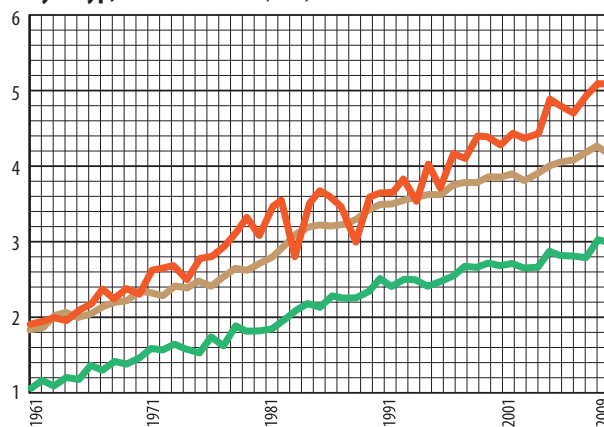
Менее развитые  
регионы, городское  
население

Более развитые  
регионы, всего

Более развитые  
регионы, городское  
население

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)**



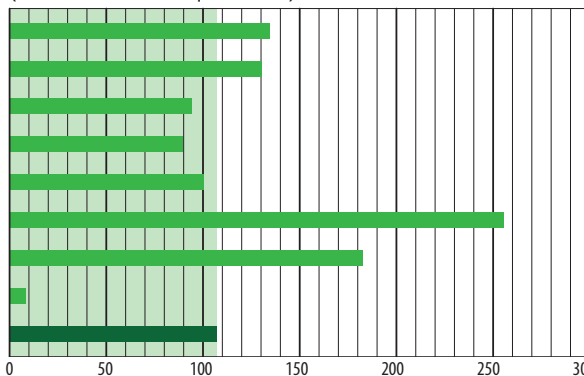
Кукуруза

Рис

Пшеница

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)**



Западная Европа

Южная Азия

Северная Африка

Северная Америка

Латинская Америка

Восточная Азия

Азия

Субсахарская Африка

Весь мир

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 годами<sup>10</sup>.

**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 земледелия<sup>17</sup>. 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 процента<sup>18</sup>. В Азии деградация почвы и накопление токсинов в системах интенсивного орошаемого рисоводства вызвали опасения относительно того, что снижение роста урожая отражает ухудшение условий растениеводства<sup>4</sup>.

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 год<sup>19</sup>. 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 приспособляться 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 урожаи<sup>13</sup>. Прогнозируется, что в ближайшем будущем изменения климата и экстремальные погодные явления будут проявляться чаще, затрагивая все регионы<sup>20-23</sup>, 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 года<sup>24</sup>. 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 климата<sup>21</sup>. 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 систем<sup>3</sup>.

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 безопасности<sup>25</sup>. 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 производительности<sup>26</sup>.

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 ресурсами<sup>27</sup>. 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 изменениям<sup>14</sup>. 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 решений<sup>28</sup>, и международных партнеров в области развития<sup>7, 14</sup>. 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 услуг<sup>29</sup>.

Устойчивая интенсификация растениеводства (УИР) является первой стратегической целью ФАО. Чтобы обеспечить достижение этой цели, ФАО одобрила «экосистемный подход» в управлении сельскохозяйственной деятельностью<sup>30</sup>. 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 вещества<sup>31</sup>.

**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 среду<sup>32</sup>. 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 услуг<sup>33</sup>.

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 процентов<sup>34</sup>. 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<sup>35, 36</sup>.

**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 бесприигрышной 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 рисков<sup>14</sup>. Сокращение расходов на потребляемые факторы сельскохозяйственного производства высвободит ресурсы для инвестирования в хозяйство и для обеспечения питания, здоровья и образования членов семей фермеров<sup>29</sup>. Рост чистых доходов фермеров будет достигаться с меньшим ущербом для окружающей среды, от чего выиграют и отдельные фермеры, и общество в целом<sup>31</sup>.

## 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 хозяйства<sup>36</sup>.

### 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 услышан<sup>37</sup>. 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 подходов<sup>14</sup>. 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 фермеров<sup>38</sup> (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 продовольствия<sup>39</sup>.

\* 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 людей<sup>32</sup>. 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 потребуется.

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 ГРРПСХ), 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.*





**Р**астениеводство 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 прошлом<sup>1</sup>.

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, сбереечь 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 <sub>2</sub>		*		
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, последовательно-сти 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 ограничениями<sup>2-5</sup>.

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<sup>2,6,7</sup>. 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 невозможно<sup>9</sup>. 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 продуктивность<sup>9</sup>.

**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 посева<sup>3</sup>.

Еще одним аспектом, который необходимо учитывать в УИР, является роль энергетических ресурсов и механизации сельского хозяйства. Во многих странах дефицит энергии – главное препятствие интенсификации производства<sup>10</sup>. Используя только ручной труд, фермер может произвести достаточно продовольствия, чтобы прокормить в среднем еще трех человек. С использованием тягловых животных это число удваивается, с использованием трактора – увеличивается в 50 и более раз<sup>11</sup>. Надлежащая механизация может привести к повышению эффективности энергопользования в растениеводстве, что повысит его устойчивость и производительность и уменьшит неблагоприятные воздействия на окружающую среду<sup>12,13</sup>.

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 наполовину<sup>14</sup>.

## 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 урожая 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<sup>7,15</sup>.

**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<sup>13, 16</sup>.

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<sup>12, 13</sup>.

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 внедрились 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 удобрения<sup>17</sup>.

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 почв<sup>18</sup>.

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 стрессам<sup>19</sup>.



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 вод<sup>20</sup>.

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

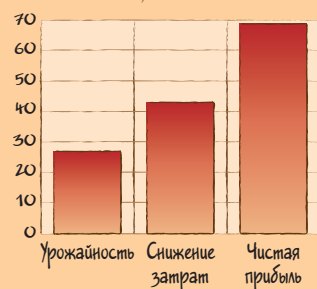


пшеница

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.

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

(дом. США/га)



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 инициатив<sup>21</sup>.



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 культур<sup>22</sup>. 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 подсеčno-огневой системы фермеры могли бы применять подсеčno-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 интенсификации<sup>23</sup>.

## 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 относительно сложны 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.