

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 урожая.

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 приходятся 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 важные 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

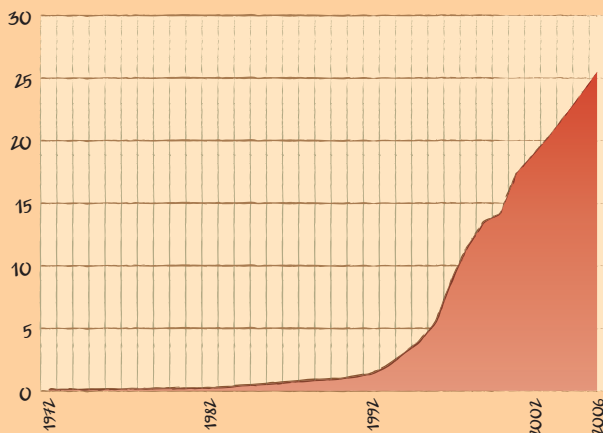
Окисоли и ультисоли являются преобладающими типами почвы в тропической саванне серраду в Бразилии и влажных тропических лесах в бассейне Амазонки и широко распространены в африканской зоне влажных лесов. Одни из самых старых на планете, эти почвы бедны питательными веществами и очень кислы из-за низкой 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 окисолоидов и ультисолоидов 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 окисолей и ультисолей 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*), тэфрозия Фогеля

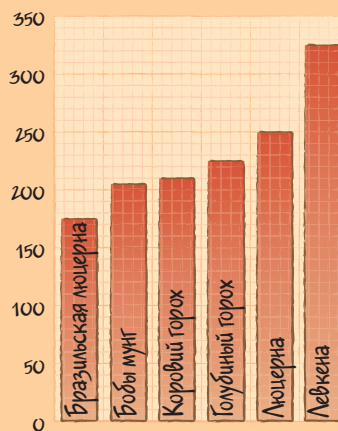
(*Tephrosia vogelii*) и кроталария бледно-желтая (*Crotalaria ochroleuca*), накапливают в своих листьях и корнях в среднем от 100 до 200 кг азота на гектар — две трети этого количества за счет фиксации азота — за период от шести месяцев до двух лет. Вкупе с последующими внесениями минерального удобрения 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.

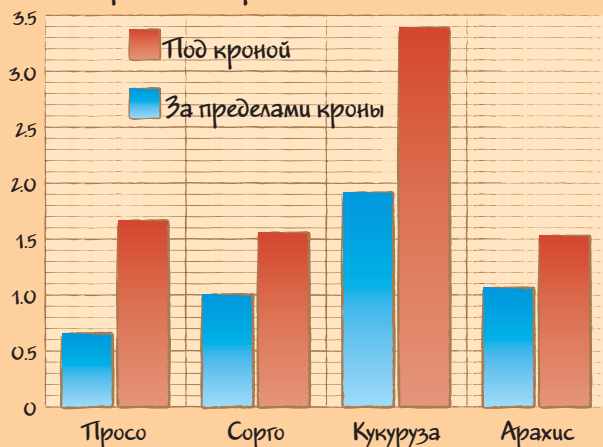
Тысячи мелких хозяйств на неорошаемых землях в Буркина-Фасо также переходят на эти «вечнозеленые» системы земледелия.

► Глубокое внесение мочевины под рис в Бангладеш

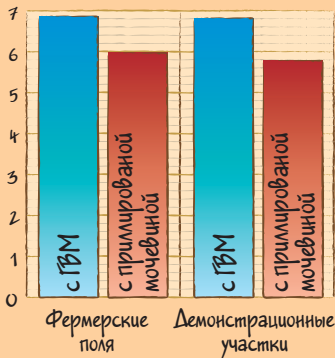
По всей Азии фермеры вносят азотное удобрение под рис перед пересадкой, разбрасывая основную порцию мочевины по влажной почве или воде, и затем в течение нескольких недель после пересадки проводят одну или несколько поверхностных подкормок мочевиной вплоть до стадии цветения. Такие методы агрономически 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 растениями³¹⁻³⁵, 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 (т/га)



Средняя урожайность риса при использовании прилмированной 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 (ГРР), 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.

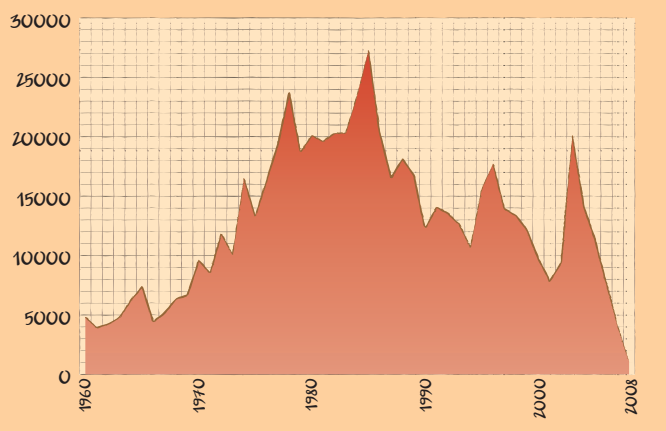
Успех УИР будет зависеть от использования ГРР новыми и усовершенствованными способами. С другой стороны, важная роль генов местных сортов и диких родичей культурных растений в создании новых сортов подкрепляется растущей во всем мире обеспокоенностью потерей разнообразия и необходимостью его эффективного 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, вырабатываемая 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 потребуются 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 УРОВО, и права фермеров, как их определяет МДГРРПСХ, 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

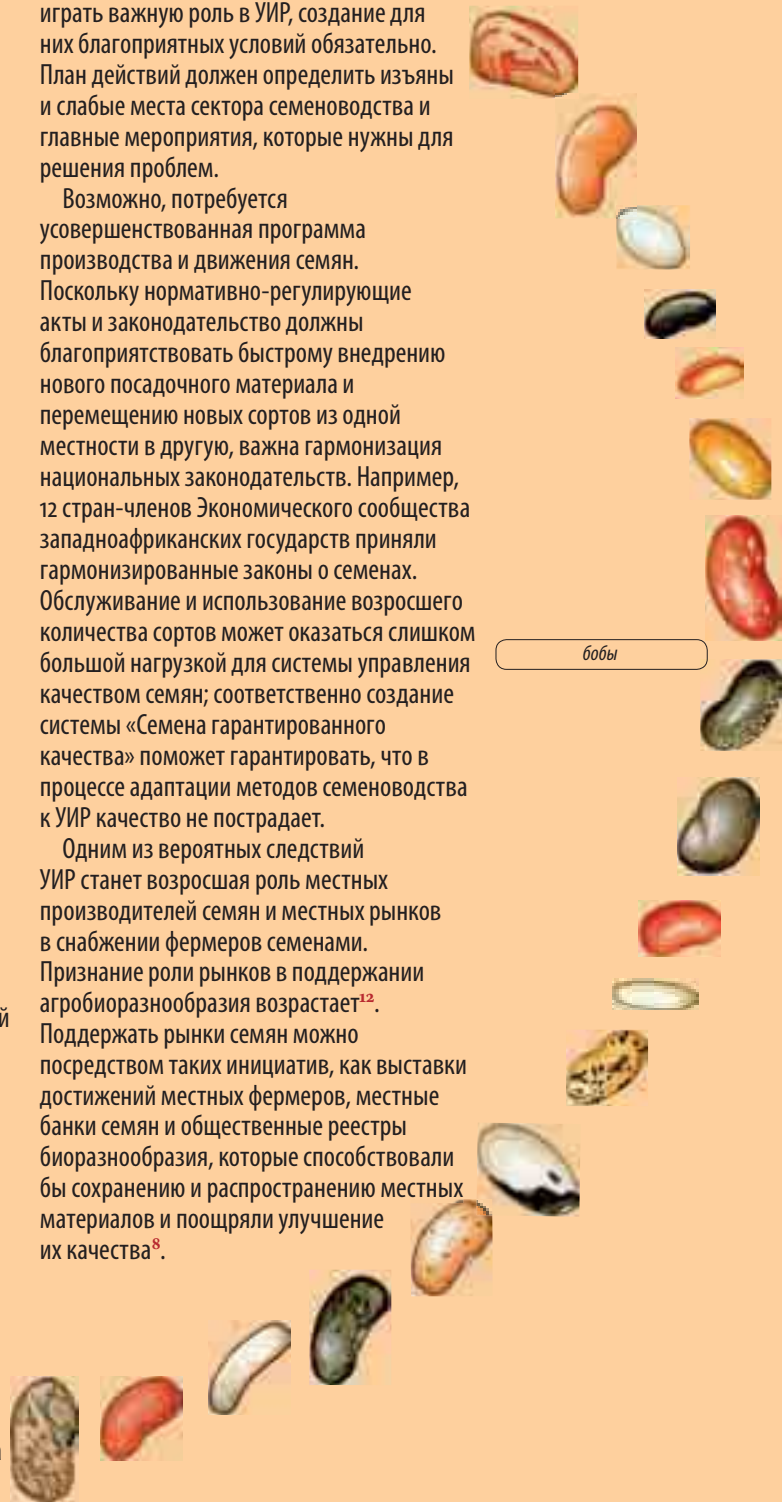
Ключевым моментом при планировании программ УИР является определение состояния национальной семеноводческой системы и ее потенциала для усовершенствования обеспечения фермеров высококачественными семенами адаптированных сортов. Первым шагом должна стать выработка, в ходе консультаций со всеми ключевыми 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.