

УРОКИ ФЕРМЫ ЗТУТИ

ЗЕЛЕННЫЕ ПОЛЯ ПОЯВЛЯЮТСЯ НА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЛЯХ МАРОККО

ЛОТАР ВЕДЕКИНД

Сед-эль-Масджун в провинции Эль-Калаа-де-Срагна, Марокко --

Еще не пустыня, хотя и близко к ней. Засушливая, плоская и практически бесплодная земля, которая окружает небольшую семейную ферму Хасана Зтути, расположенную в часе езды на север от оживленного Маракеша, – это суровая местность. Даже в хорошие годы, которых у страдающих от засухи крестьян уже давно не было, осадков выпадает не сколько сантиметров в год. Этого достаточно для редких островков кустарников и трав. Однако на залежных землях не могут расти такие культуры, как фиговые и оливковые деревья, пшеница и ячмень, которые владельцы небольших ферм выращивают в Марокко на более плодородных участках горной системы Атлас.

Почему же поля г-на Зтути превращаются в зеленые пастбища? Он использует новый подход к ведению сельского хозяйства, который почвоведы и землеустроители называют “био-солевым земледелием”. Главной движущей силой прогресса в поле служат средства ядерной науки и техники (*см. вставку на следующей странице*). За последние три года ферма г-на Зтути стала местом, где демонстрируются планы Марокко по выращиванию растений на засоленных почвах. В масштабах страны засоленные земли составляют сотни тысяч гектаров –



только вокруг Сед-эль-Масджуна их площадь превышает 10 тыс. га. В этих местах почвы содержат слишком много соли для выживания и нормального развития большинства культур – но не всех.

Г-н Зтути выращивает на участках площадью несколько гектаров, орошаемых солоноватой водой из близлежащей скважины, различные культуры. Среди них эвкалипт и акация, похожее на горчицу растение, называемое рапсом, оливковые деревья, а также кормовой кустарник артиплекс (лебеда), который может служить кормом для выюнных животных и крупного рогатого скота.

По мере роста плантаций г-на Зтути возрастает и заинтересованность других крестьян в следовании его примеру. Однако в большинстве случаев им не хватает знаний и поддержки для освоения близлежащих земель.

“Это новое для них дело, – говорит д-р Абдель Илах Амбри, ученый-почвовед, возглавляющий Отделение физики окружающей среды в Национальном институте агрономических

Фото: Хасан Зтути (в центре на верхнем снимке) показывает другим крестьянам, как могут зеленеть поля на засоленных землях Марокко. На нижнем снимке: д-р Амбри из ИНРА проводит инструктаж для местных крестьян.

(Предоставлено: Ведекинд/МАГАТЭ)

Лотар Ведекинд – старший сотрудник по связям с общественностью, главный редактор “Бюллетеня МАГАТЭ” и Website WorldAtom, где впервые была представлена эта статья.

ПОЧЕМУ ИМЕННО ЯДЕРНЫЕ МЕТОДЫ?

Проект МАГАТЭ по засоленным почвам показывает, как использование ядерных технологий в сельском хозяйстве помогает предотвратить деградацию сельскохозяйственных земель и дает возможность увеличить урожай. В проекте сочетается использование нескольких испытанных ядерных методов и приложений для получения информации, необходимой почвоведом, фермерам, землеустроителям и специалистам по орошению.

■ **Нейтронные измерители влажности (зонды) используются для мониторинга состояния почв и методов орошения.** Одним из результатов является совершенствование управления качеством орошения – вносится лишь необходимое количество воды, а накопление соли лучше контролируется.

■ **Химические элементы, называемые изотопами, используются для изучения воды, почвы и растений.** Как стабильные, так и радиоактивные изотопы помогают ученым анализировать запасы грунтовых вод, чтобы получить информацию о качестве грунтовых вод и объеме их пополнения, что позволяет оценивать устойчивость их использования. Другие изотопы могут применяться в качестве “меток” для растений с целью прослеживания путей миграции элементов, таких как углерод и азот, которые циркулируют, переходя из атмосферы в растения, почву и обратно в атмосферу (см. также вставку на стр. 31). Такие исследования, в частности, могут дать информацию о влиянии растений на структуру и плодородие почв. Изотопы некоторых элементов, например хлора, можно использовать для мониторинга распространения соленых вод, который способен дать ценную информацию для внедрения практики устойчивого земледелия на засоленных землях.

■ **Изотопы водорода и кислорода представляют особый интерес для исследований, связанных с водой.** Дейтерий (или водород-2) и кислород-18 имеют большую атомную массу и встречаются гораздо реже, чем более распространенные изотопы водород-1 и кислород-16. Тритий (или водород-3) встречается еще реже и к тому же радиоактивен. Водяной пар, поднимающийся с поверхности океана, содержит меньшие концентрации тяжелых изотопов, чем морская вода. Это означает, что во время дождя тяжелые изотопы выпадают первыми и что изотопный состав дождевой воды меняется по мере движения облаков в глубь континента. В ходе этого процесса вода приобретает индивидуальные свойства (“отпечатки пальцев”), характерные для каждого типа среды. При изучении грунтовых вод распад трития позволяет датировать грунтовые воды в пределах десятилетий; радиоуглерод в растворенных известняках дает их возраст в пределах тысяч лет. Изучая результаты анализа проб воды, гидрологи получают возможность ознакомиться с историей и эволюцией источника воды,



определить ее возраст, происхождение и процессы миграции, что поможет в выборе решения об использовании воды в будущем.

Ядерные и изотопные методы, взятые в совокупности, легли в основу борьбы с экологической деградацией сельскохозяйственных земель. Эти методы безопасны, точны и приемлемы с точки зрения затрат; часто они являются единственной возможностью изучить сложные взаимосвязи между почвами, водой и растениями.

Развитие сельского хозяйства – основная часть программы технического сотрудничества МАГАТЭ, которая направлена на то, чтобы еще раз продемонстрировать передовые методы решения задач сохранения и сельскохозяйственного использования маргинальных земель. Важнейшая цель при этом – расширить возможности разных стран проводить общую политику и следовать международным нормам. Проекты, в частности, направлены на стимулирование и расширение технического сотрудничества между развивающимися странами для обмена имеющимися в регионе опытом и ресурсами в сфере применения методов ядерной науки и технологии для решения общих проблем.

Используя каналы научно-технического сотрудничества, МАГАТЭ стремится укрепить взаимодействие с международными и региональными организациями, занимающимися устойчивым сельскохозяйственным развитием. Главная роль при этом принадлежит Секретариату Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, который содействует мобилизации ресурсов для поддержки национальных и международных мероприятий, направленных на борьбу с деградацией земель. Научно-технические ресурсы МАГАТЭ могут сыграть важнейшую роль в решении насущных проблем благодаря более тесному взаимодействию и четко определенным программам сотрудничества.

Фото: Основные услуги по проведению лабораторных анализов оказываются специалистами Лабораторий МАГАТЭ в Зайберсдорфе и Вене (Австрия).

(Предоставлено: Calma/МАГАТЭ)



исследований Марокко (ИНРА), оказывающем поддержку г-ну Зтути. – И они хотят больше узнать о нем. Они видят поля, зеленеющие на засоленных землях, и хотят получить ноу-хау”.

Интерес проявляют как молодые, так и пожилые крестьяне, живущие в Сед-эль-Масджуне. Около двух десятков человек собрались сегодня на инструктаж в укрывающем от солнечных лучей просторном шатре, установленном недалеко от скважины у поля г-на Зтути. На свежем весеннем ветру хлопают пестрые полотнища, покачиваются демонстрационные стенды, трепещут листы бумаги, в то время как мужчины, усевшись в кружок и потягивая чай, открывают для себя новый способ ведения сельского хозяйства и получения государственной поддержки для этого. Д-р Амбри, главный инженер Лахсен Белбахри, возглавляющий управление сельского хозяйства провинции Эль-Калааде-Срагна, и другие представители местных органов формулируют цели и объясняют, каким образом в их достижении могут участвовать крестьяне. Несколько человек делают записи, но большинство полагаются на



рисунки, схемы и собственную память – контраст, иллюстрирующий практические проблемы, связанные с применением метода “показать и рассказать” для передачи технологий в этом почти неграмотном обществе, приверженном традиционным методам земледелия.

Возможность получить новую скважину, подобную той, которую правительство пробурило для г-на Зтути, вызвала интерес у 30-летнего Абдеррахмана Басри и 60-летнего Абденнеби Салаха. По словам г-на Салаха, за последние 10 лет выпало слишком мало дождей, что привело к сокращению урожаев дынь, люцерны и зерновых культур, которые пытаются выращивать большинство крестьян. Наличие воды, даже солоноватой, может быть недостаточным для поддержания этих куль-

тур. Однако, возможно, скважины позволят крестьянам не ждать дождей, а начать превращение заброшенных полей в пастбища.

“Главная забота местных крестьян – это вода и корм для животных, – говорит г-н Абдельсаток Эль-Махир, местный представитель сельскохозяйственного союза провинции. – Большая часть собраний союза и чрезвычайных сессий каждый год посвящены этим проблемам, а также болезням животных и растений. Если удастся освоить дополнительные земли для пастбищ, это будет большой шаг в нужном направлении”.

Объединение усилий с партнерами. Для оказания помощи крестьянским общинам Марокко объединилась с семью другими странами Северной Африки и Западной Азии для исследований и демонстрации биосолевого земледелия на за-

Фото: Вверху слева – представители двух поколений марокканских крестьян: г-н Абденнеби Салах, 60 лет, и г-н Абдеррахман Басри, 30 лет, одинаково заинтересованы в информации, распространяемой в рамках проекта МАГАТЭ по засоленным почвам. Вверху справа и на следующей странице: Поблизости от ферм этих людей в пыльных полях бурятся новые скважины для получения воды, необходимой фермерам. Г-н Абдель Илах Эль-Хаттами, агроинженер, показывает на карте возможные места бурения. (Предоставлено: Велекинд/МАГАТЭ)



сушливых землях, подобных землям в Сед-эль-Масджуне. Партнерство – это краеугольный камень модельного проекта, инициированного МАГАТЭ в 1997 г. на шестилетний период в рамках программы технического сотрудничества.

Одна из основных целей состоит в том, чтобы показать крестьянам, как правильно использовать соленые и пресные грунтовые воды для полива растений, которые выживают в соленой среде и являются экономически выгодными. Помимо того, что смесь устойчивых к соли растений может служить кормом для овец, коз, верблюдов и мулов, она может являться источником биологического топлива, удобрений и сырья для промышленности. Важно также, что зеленеющие поля являются признаком жизни в районах с суровым и жарким климатом, помогают сохранить почвенную влагу, замедлить эрозию и остановить надвигающееся опустынивание.

На второй трехлетней стадии проекта к Марокко присоединяются страны, где крестьяне при возделывании полей в аридных и полупустынных зонах сталкиваются с теми же проблемами, – Египет, Иордания, Сирия, Па-

кистан, Иран, Тунис и Объединенные Арабские Эмираты. Руководители проекта в этих странах переходят к созданию или расширению демонстрационных хозяйств, в которых местные крестьяне выращивают растения на участках от 10 га и более. В Иране, например, такие участки были расширены приблизительно до 30 га; Пакистан собирается использовать до 5 тыс. га, а в Марокко идет бурение еще одной скважины с соленой водой в Сед-эль-Масджуне для орошения новых демонстрационных участков в дополнение к первоначальному 12 га на обширных равнинах, пересекаемых лишь грунтовыми дорогами.

“Мы контролируем до 25 скважин в этом районе, – говорит г-н Абдель Илах эль-Хаттами, агроинженер из управления сельского хозяйства провинции Эль-Калаа-де-Срагна, показывая их расположение на топографической карте. – Копая колодцы в основном вручную, рабочие, вооруженные лопатами, кирками, ведрами и бурами, могут затратить до 40 дней на вскрытие соленого водоносного горизонта на глубине более 50 м”.

Их труд является необходимым фактором “биосолевого уравнивания” Марокко. Вскрытие водоносного горизонта открывает возможности для его изучения, картирования и мониторинга. Достаточны ли его запасы для орошения расширенных площадей демонстрационных участков? Как пополняется этот горизонт? Какова минерализация воды? Что происходит с почвой? Ученые и гидрологи найдут ответы на эти и другие вопросы, изучая динамику подземных вод и проводя мониторинг состояния растений и почв с использованием аналитических средств, в том числе ядерных и изотопных методов.

“Мы не можем принять решение о расширении участка, не имея данных, – говорит д-р Амбри из ИНРА. – Когда крестьяне начнут выращивать новые растения, мы должны знать, что в почве будет доста-

точно воды, чтобы поддержать их рост”.

Сети распространения знаний. Реализация проекта открыла для Марокко и других стран каналы сотрудничества в сфере обмена знаниями. Сталкиваясь со схожими проблемами сельскохозяйственного развития, эти страны заимствуют опыт и специальные знания друг у друга. Сегодня действующие сети объединяют работающие по разным направлениям группы крестьян, почвоведов, агроинженеров, гидрологов и землеустроителей, которые еще пять лет назад почти не контактировали между собой. Например, растения, выращиваемые на полях Марокко, были в рамках проекта ввезены из Пакистана, где они были выведены и разводятся. Пакистан планирует оказать Тунису безвозмездную помощь в расширении демонстрационных участков в нескольких провинциях в виде поставки 1 т семян различных растений, устойчивых к соли.

“В Пакистане многие фермеры выращивают устойчивые к соли травы на корм скоту и для улучшения почвы. Они обнаружили, что и многие другие виды растений очень хорошо подходят для этих целей, – говорит д-р Муджаба Накви, консультант МАГАТЭ, в недавнем прошлом возглавлявший Институт ядерных исследований в сельском хозяйстве и биологии в Пакистане, а ныне координирующий модельный проект. – В настоящее время мы собираемся расширить обмен и распространение опыта, для того чтобы помочь ученым и крестьянам создать более крупные плантации на засоленных землях”.

Соль – извечный враг крестьян, тормозящий сельскохозяйственное освоение более чем 80 млн. га во всем мире. На решение этих проблем направлены многочисленные глобальные инициативы, однако, по словам д-ра Накви, возделывание соленых земель потребует нового мышления, объединяющего науку и природу.

“Сельское хозяйство традиционно шло по пути подбора почвы под то или иное растение, – говорит он. – Однако мы обнаружили, что можно столь же успешно подбирать растение под конкретный вид почвы, даже при неблагоприятных условиях”. Существуют сотни видов растений, устойчивых к соли, а лабораторные и полевые исследования дают все новую информацию о том, где и почему они лучше всего произрастают. Получаемые результаты очень важны для принятия решений в области сельскохозяйственной политики, практики и землеустройства, лежащих в основе национальных, региональных и международных программ развития.

Сеть распространения знаний проекта МАГАТЭ выходит далеко за рамки полевых демонстрационных участков – она охватывает групповые семинары и курсы по специальным темам, практические занятия в лабораториях по изучению почв, растений и воды, а также периодические координационные совещания, в которых участвуют руководители национальных проектов и международные эксперты.

Г-н Зтути и г-н эль-Хаттами из Сед-эль-Масджуна входят в число тех, кто извлекает выгоду из предоставленных возможностей. В ноябре 2000 г. они посетили участки в Пакистане, где познакомились с опытом своих коллег, участвующих в освоении засоленных почв в этой стране, а также с организацией работ по выращиванию культур и орошению. Другие ученые, в том числе г-н Атар Хан из Пакистана и г-н М'хамед эль-Хадир из Марокко, принимают участие в программах стажировки, в ходе которой работают с Ребеккой Худ и ее коллегами из МАГАТЭ. В течение нескольких месяцев они планируют и проводят исследования в Лаборатории сельского хозяйства и биотехнологии ФАО/МАГАТЭ – филиале Лабораторий Агентства в Зайберсдорфе в окрестностях Вены (Австрия), – которая управляется



совместно с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (см. вставку на стр. 31).

Работа в лаборатории и полевые исследования являются необходимыми этапами обучения. Они дают информацию о разновидностях растений, которые имеют наибольшие шансы приспособиться к условиям почв и окружающей среды на родине исследователя.

ПОЛЯ В АИН-ЭЛЬ-АТТИ

В Аин-эль-Атти, примерно в двух днях езды на автомобиле сквозь Атласские горы с заснеженными вершинами, в 400 км от Сед-эль-Масджуна, качаются на ветру ряды эвкалиптов и акаций. Поля на скалистых бесплодных окраинах оазиса в провинции Тафилальт дали приют тому, что можно назвать “биосолевым питомником” Марокко. В Аин-эль-Атти находится первый участок, созданный в 1997 г. в рамках проекта МАГАТЭ, для того чтобы проверить в местных условиях посевы устойчивых к соли растений, ввезенных из Пакистана и высаженных в виде рассады.

За последние четыре года эвкалипты выросли до 4 м и более, а цветущая акация покрыла в прошлом пыльные и продуваемые ветрами поля. Каждую неделю г-н Мохамед Мансури, смотритель участка, открывает оросительные каналы, несущие солоноватую воду из артезианской скважины к растениям, посаженным в спекущую на солнце почву. В некоторых мес-

тах замеры содержания соли дают значения, равные трети ее содержания в морской воде. Каналы тянутся на сотни метров, распределяя потоки воды от старой, потрескавшейся и не имеющей крышки скважины, пробуренной 10 лет назад. По словам г-на Мансури, она все еще дает 7 л воды в секунду днем и ночью.

Количество воды, которое получают растения питомника на ранних стадиях развития, жизненно важно для их дальнейшей судьбы, поэтому необходимы наблюдения за почвой, растениями и водой и точная интерпретация их результатов. Научные исследования включают анализы в режиме мониторинга с использованием нейтронных зондов и других средств, которые следят за комплексом взаимосвязанных агрономических переменных, в том числе за минерализацией воды, влажностью почвы, а также состоянием и скоростью роста каждого растения.

“В этих экспериментах мы стремимся придерживаться единого подхода, для того чтобы лучше понять взаимосвязи между почвой, растением и водой”, – поясняет д-р Амбри из ИНРА, руководящий проектом МАГАТЭ в Марокко. Напри-

Фото: Там, где речной оазис обрывается у далекого горизонта, пустоши у деревни Аин-эль-Атти превращены в сельскохозяйственный полигон. (Предоставлено: Веккинд/МАГАТЭ)

ПАРТНЕРЫ В ЛАБОРАТОРИИ

Ученые Атхар Хан и М'хамед эль-Хадир имеют общую цель. В Пакистане и Марокко, откуда они прибыли, засоление земель зачастую препятствует развитию сельского хозяйства. Перед обоими стоит цель – вернувшись домой, внести свой вклад в повышение продуктивности полей.

В этом году они несколько месяцев работали в качестве стажеров с почвоведом из Соединенного Королевства Ребеккой Худ, сотрудницей МАГАТЭ, в Лаборатории сельского хозяйства и биотехнологии – филиале Лабораторий Агентства в Зайберсдорфе в окрестностях Вены (Австрия), созданном совместно ФАО и МАГАТЭ. В рамках проекта МАГАТЭ по засоленным почвам г-н Хан и г-н эль-Хадир провели самостоятельные эксперименты, результаты которых помогут их странам в освоении пустошей.

Г-н эль-Хадир, микробиолог из Национального института агрономических исследований Марокко (ИНРА), изучал процесс разложения органических веществ в почве. Используя метод, известный как “двойная метка” изотопами азота-15 и углерода-13, он определил скорости разложения различных органических материалов в засоленных почвах.

Г-н эль-Хадир использовал саженцы тропических азотфиксирующих деревьев, выращенных в парниках в Зайберсдорфе. Он метил их углеродом-13 и помещал в небольшую прямоугольную газовую камеру, герметично запаивая в пластик. Сложнее было оценить, как распад помеченного органического вещества повлиял на состояние почв. Исследование потребовало отбора и интерпретации большого объема данных, полученных при анализе образцов на лабораторном масс-спектрометре. В рамках проектов, поддержанных Группой почвоведения, этот высокочувствительный аналитический прибор исследует около 10 тыс. образцов в год.

“Эти эксперименты помогут мне в моих исследованиях в ИНРА, – говорит г-н эль-Хадир. – Нам необходимо лучше понять состав своих почв, что позволит нам сказать крестьянам, где и как лучше всего выращивать различные виды растений”.

Исследования г-на Хана также направлены на то, чтобы помочь своей стране с большей отдачей использовать засоленные земли, площадь которых там составляет в целом более 6 млн. га. В Зайберсдорфе исследования г-на Хана, специалиста по физиологии растений из пакистанского Института ядерных исследований в сельском хозяйстве, были сосредоточены на пшенице – основной культуре, выращиваемой в Пакистане. Он стремился расширить свои знания о методе, известном как “распределение изотопов углерода”, и о его потенциале в качестве механизма отбора разновидностей пшеницы, устойчивых к соли. Его исследования дополнили работу, проведенную в Зайберсдорфе его коллегой из Пакистана г-жой Робиней Шахин, младшим специалистом МАГАТЭ, изучавшей разновидности пшеницы и риса.



В ходе своих экспериментов г-н Хан анализировал связь между устойчивостью к соли и соотношением изотопов углерода-12 и -13 в более чем 50 разновидностях пшеницы, которые он привез из Пакистана и высадил в виде рассады в почвы с разным содержанием соли. Углеродные измерения проводились на масс-спектрометре Лаборатории. Г-н Хан играл также ведущую роль в разработке новых методов подготовки образцов, которые позволяют анализировать материалы с использованием серийного прибора, известного как анализатор выдыхаемого воздуха. На основе этого прибора Группа почвоведения пытается создать недорогую измерительную систему для исследований с помощью изотопов углерода.

“Отбор зерновых культур по устойчивости к соли требует надежных методов, – говорит г-н Хан. – Его трудно проводить в полевых условиях из-за большого количества комплексных факторов, анализ которых требует очень много времени”.

Если исследование покажет, что наличие углерода-13 является значимым критерием, это позволит разработать оперативную и недорогую методику отбора для сельскохозяйственных лабораторий в Пакистане и в других странах, сталкивающихся с проблемами засоления.

“Население Пакистана быстро растет, и нам необходимо увеличить производство продовольствия, – говорит г-н Хан. – Около 50% наших орошаемых земель засолены, поэтому нам приходится культивировать те виды растений, которые могут расти на засоленных почвах”.

Углерод-13 часто используется в качестве индикатора и в исследованиях процесса фотосинтеза в растениях, говорит д-р Худ из МАГАТЭ. “Мы знаем, что он может быть полезен при отборе видов растений, устойчивых к засухе, – отмечает она. – Если он окажется надежным критерием для отбора по устойчивости к соли, мы сделаем большой шаг вперед”.

Фото: Д-р Хан, Пакистан, проверяет результаты своих исследований в Лабораториях Зайберсдорфа. Около половины орошаемых земель в его стране засолены. (Предоставлено: Calma/МАГАТЭ)

мер, при использовании соленой воды для орошения основным фактором становится количество. “Основная идея состоит в том, чтобы поливать растение рассчитанным количеством воды, которого достаточно для выщелачивания солей под активной корневой зоной”, – говорит он. За типичный год растения в питомнике получают соленой воды за счет орошения приблизительно в 24 раза больше, чем дождевой воды с осадками. Количество осадков составляет всего лишь 60–100 мм в год.

Попытки сохранить равновесие в треугольнике почва–растение–вода в Аин-эль-Атти требуют широкого диапазона специальных знаний и опыта, а также детальных исследований, которые должны дать крестьянам знания, необходимые для выращивания отобранных растений. Группа специалистов и ученых из ИНРА и Регионального агентства по развитию сельского хозяйства, известного как ОРМВАТ, оказывает проекту многогранную поддержку. В эту группу входят г-н Коидер Бархми, специалист по физике почв, ИНРА; г-н Мохамед Беккали, специалист по плодородию почв и физической химии, ИНРА; г-н Мохамед эль-Алам, почвовед, ИНРА; г-н Мутауаки эль-Чали, агроном, ОРМВАТ; и г-н Мохамед Ураху, агроинженер, ОРМВАТ.

Пока не во всех экспериментах удалось добиться желаемых результатов. В течение последних четырех лет было опробовано более 20 разновидностей зерновых, в том числе ячмень и пшеница. Большинство из них хорошо пережили первый год, однако позже погибли из-за присутствия солей. “Мы установили, что эти зерновые культуры не терпят солей в концентрациях, характерных для данного района”, – говорит д-р Амбри.

Хорошая новость для сельскохозяйственного освоения страны состоит в том, что деревья и кустарники ведут себя иначе. Возможности их продуктивного использования различ-

ны: эвкалипт, например, может дать дрова для отопления домов и целлюлозу для изготовления бумаги. Цветы акации и эвкалипта привлекают пчел, что позволяет организовать производство меда. Кустарник, известный под названием артиплекс, который хорошо развивается даже на сильно засоленных почвах, можно выращивать на корм скоту.

Г-н эль-Алам из ИНРА, возглавляющий эксперименты с деревьями и кустарниками, считает результаты полезными и многообещающими. Он получил семена из Пакистана, прорастил их в питомнике ИНРА в Рабате, а затем высадил саженцы в Аин-эль-Атти. Теперь он собирается работать с семенами других растений, в то время как ИНРА экспериментирует с семенами местных разновидностей на засоленных почвах.

“Работать с семенами растений, уже хорошо растущих на засоленной почве, гораздо легче”, – говорит он. – В Марокко есть эвкалипт и акация, но это не те виды, которые растут в Пакистане, и, похоже, они показывают худшие результаты”.

Работа, проводимая в Аин-эль-Атти, ведет к повышению эффективности исследований в области сельского хозяйства и освоения засоленных почв в Марокко.

“Все, что нам нужно, – это поддержка для расширения местного питомника, – говорит д-р Амбри, – для того чтобы более наглядно показать, что можно сделать, и расширить наши возможности по производству семян растений, которые мы выращиваем”.

Проект МАГАТЭ служит “главным катализатором”, позволившим получить поддержку в стране и повысить интерес к биосолевому земледелию и его развитию, добавляет он. По его мнению, имея более широкую национальную и международную поддержку, можно сделать гораздо больше для привлечения фермеров и сельскохозяйственных общин, а также руководителей отраслей про-

мышленности, заинтересованных в сельскохозяйственном сырье.

“Они должны увидеть потенциальные экономические выгоды, – говорит д-р Амбри, – и демонстрационные участки помогут им оценить перспективы”.

СОЛЬ ЗЕМЛИ

Проблема соли в сельском хозяйстве не нова и не ограничена странами, участвующими в проекте МАГАТЭ. По оценкам специалистов ФАО, в целом на планете засоление почв влияет на производительность сельского хозяйства приблизительно на 80 млн. га пахотных земель, что составляет примерно общую площадь такой страны, как Пакистан, причем большая часть этих земель приходится на развивающиеся страны, где климат жаркий и сухой.

Проблема состоит в том, что при испарении влаги в атмосферу растениями и с поверхности земли соль остается в почве. В районах с большим количеством осадков и эффективной дренажной системой состав и концентрация растворимых солей меняются, по мере того как вода в конце концов выносит их в моря.

Однако в районах, где осадков мало, а дренаж затруднен, быстрый вынос солей невозможен. Они накапливаются в низинах или в грунтовых водах под ними.

Значительный вклад в засоление вносят естественные географические и геологические процессы. Эксперты считают, что более 30 млн. га засоленных почв сформировались за счет естественных процессов, аридности климата и интенсивного испарения. Во многих случаях проблемы усугубляются потерей или уничтожением естественного растительного покрова за счет выпаса скота или использования как биомассы для отопления и приготовления пищи.

Однако большинство засоленных земель находится в зонах, где основой сельского хозяйства является орошение, или поблизости от таких зон (глав-



ным образом в развивающихся странах). Одна из основных причин засоления – отсутствие качественного дренажа. Другим важным фактором является инфильтрация из систем орошения и дренажных полей, которая может привести к потере примерно половины воды. Уровень грунтовых вод постепенно поднимается, вынося соли в слои почвы, из которых растения получают питательные вещества. В результате появляются низкорослые или нежизнеспособные растения. По мере испарения воды с поверхности поля покрываются белой коркой и превращаются в покрытые солью пустыши. Крестьяне бросают их, и экономика аграрных стран несет ущерб.

С засолением можно бороться и возвращать земли в оборот, хотя победа не будет быстрой, легкой или дешевой. Один из подходов состоит в сооружении эффективных дренажных систем, которые постепенно улучшают состояние почв и предотвращают образование заболоченных и бесплодных полей. Системы орошения должны подавать немного больше воды, чем требуется растениям, для ускорения выщелачивания, а затем дренировать и собирать грунтовые воды, чтобы после обработки использовать их для нужд промышленности или сельского хозяйства.

К сожалению, несовершенные методы орошения часто ускоряют засоление, вместо того чтобы сдерживать его, а сооружение сложных дренажных систем, охватывающих значитель-



ные территории, недоступно для большинства стран из-за высокой стоимости. По оценкам Всемирного банка, в системы водоснабжения в городских и сельских районах во всем мире необходимо инвестировать около 600 млрд. долл.

Биосолевое земледелие – подбор растений, устойчивых к соли, для конкретных почвенных и водных условий – может стать более финансово приемлемой альтернативой, хотя не обязательно более легкой. Главным условием является применение правильных методов орошения, особенно там, где грунтовые воды уже содержат повышенные концентрации солей. Кроме того, потребуются годы исследований и экспериментов, для того чтобы подобрать нужные растения для конкретных почвенных и водных условий, а затем поддерживать экологическое равновесие для обеспечения устойчивого сельскохозяйственного производства.

Какой бы подход ни был избран, эксперты сходятся в том, что необходимы дополнительные инвестиции в совместные работы по борьбе с засолением. Каждый год засоленные земли и процессы опустынивания причиняют ориентирующейся на сельское хозяйство экономике различных стран убытки в сотни миллионов долларов, причем

точную сумму назвать не может никто.

Более достоверно известно, однако, что рост народонаселения мира в ближайшие годы, особенно в развивающихся странах, приведет к росту потребности в плодородных землях, продуктах питания и воде, около 70% которой используется в сельском хозяйстве. В настоящее время орошаемые сельскохозяйственные земли обеспечивают примерно половину мировых потребностей в продуктах питания и волокнах, а в странах, где крестьяне для орошения своих полей используют грунтовые воды, этот процент гораздо выше.

Стремление к устойчивому развитию предопределяет необходимость международного сотрудничества. В программе действий всего мира – Повестке дня на XXI век, принятой государствами в 1992 г. на Всемирной встрече на высшем уровне

Фото: Молодые растения укоренились на выжженной солнцем и покрытой соленой коркой солончаковой почве в Сед-эль-Маджуне. В питомнике в Аин-эль-Атти оросительные каналы, стенки которых образованы затвердевшей солончаковой почвой, несут соленую воду к подопытным растениям. (Предоставлено: Ведекинд/МАГАТЭ)

ИЗВЕСТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

В Повестке дня на XXI век, принятой на Всемирной встрече на высшем уровне “Планета Земля” в 1992 г., сформулированы проблемы, с которыми сталкивается устойчивое сельскохозяйственное развитие. Одна из глав плана действий, под названием “Содействие устойчивому ведению сельского хозяйства и развитию сельских районов”, определяет основные моменты:

■ **Ожидается, что к 2025 г. более 85% населения планеты будут проживать в развивающихся странах.** Однако вопрос о возможности удовлетворения потребностей этого растущего населения в продовольствии и других сельскохозяйственных товарах за счет имеющихся ресурсов и при нынешнем уровне развития технологии остается открытым. Сельское хозяйство должно быть готово решать эти проблемы главным образом за счет увеличения производства на уже используемых землях, не допуская при этом дальнейших посягательств на те земли, которые лишь отчасти пригодны для культивации.

■ **Дегградация земель является наиболее важной экологической проблемой, затрагивающей обширные районы как в развитых, так и в развивающихся странах.** Проблема эрозии почв особенно остро стоит в развивающихся странах, в то время как проблемы засоления, заболачивания, загрязнения почв и потери их продуктивности возрастают во всех странах. Проблема деградации земель является серьезной, поскольку производительность огромных площадей земель снижается именно тогда, когда происходит быстрый рост населения и увеличивается спрос на производимые на земле продовольствие, волокна и топливо. Усилия по борьбе с деградацией земель, особенно в развивающихся странах, пока имели лишь ограниченный успех.

■ **Для существующих национальных и международных механизмов характерны серьезные недостатки и упущения в том, что касается оценки, изучения, контроля и использования генетических ресурсов растений для целей на-**



ращивания производства продовольствия. Существующий организационный потенциал, структуры и программы в целом не отвечают соответствующим требованиям, а объем средств, выделяемых на их функционирование, в значительной степени недостаточен. Происходит ухудшение генетических свойств ценнейших видов культур. Существующее разнообразие сельскохозяйственных культур используется не в полной мере для обеспечения устойчивого наращивания производства продовольствия.

■ **Хотя методы наращивания производства и сохранения земельных и водных ресурсов уже разработаны, они не находят широкого или систематического применения.**

Для получения дополнительной информации см. Web-страницы ООН по адресу: <http://www.un.org>. Обзор хода осуществления Повестки дня на XXI век будет проведен государствами в сентябре 2002 г. на Всемирной встрече на высшем уровне “Планета Земля” + 10, которая состоится в Южной Африке.

Фото: Скважины с соленой водой, подобные этой в Марокко, могут создать зеленеющие поля в суровых условиях. (Предоставлено: Веккинд/МАГАТЭ)

“Планета Земля”, десятилетний обзор которой должен состояться в июне 2002 г., – установлены масштабные цели. В ней предусматривается ряд рассчитанных на многие годы комплексных мер на общую сумму более 31 млрд. долл. США, направленных на обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства и сельских районов, в том числе согласованные меры борьбы с засолением, деградацией почв и опустыниванием. Особое значение придается ликвидации пробелов,

связанных с “недостатком базовых знаний”, а также более широкому применению науки и биотехнологии.

По мере расширения сферы охвата проекта МАГАТЭ он способствует продвижению вперед. Работая вместе, крестьяне и ученые наполняют фактами базу знаний, на которой должны основываться более крупные программы в области развития. Если большее число сельскохозяйственных общин будут вовлечены в борьбу за освоение заброшенных земель, их деятельность

сможет стимулировать более широкое сотрудничество для внедрения прогрессивных методов ведения сельского хозяйства в терпящих нужду странах.

Объединение большего числа людей для эффективной передачи знаний и технологий позволит изменить жизнь крестьян. А пока крестьяне на засоленных землях, подобных тем, что расположены в Сед-эль-Масджуне, практически не видят других перспектив, кроме как по мере возможности продвигаться вперед. □