

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Совершенствование орошаемого земледелия: мировой опыт

Часть 3

Ташкент 2021

НИЦ МКВК представляет вашему вниманию очередную подборку зарубежного и регионального опыта в области совершенствования орошаемого земледелия.

Содержание

Путь к устойчивой сельскохозяйственной практике начинается на уровне хозяйств	5
Растущая роль данных в современном земледелии. Три новых навыка	8
Ученые давно предупреждают, что изменение климата угрожает нашей продовольственной безопасности. Теперь они находят решения	12
Исследование доказывает, что бюджетный полимерный изоляционный материал может значительно снизить потери оросительной воды.....	14
Сколько изменение климата будет стоить сельскому хозяйству? Это выясняют экономисты.....	16
Комплексная практика хозяйствования имеет преимущества перед интенсивным земледелием	20
Точное орошение – базовый фактор стабилизации глобальной продовольственной безопасности	22
Искусственный интеллект может сократить число голодающих на миллионы к 2030 году.....	24
Как преодолеть проблемы, связанные с водой, в сельском хозяйстве	27
Изменение климата ведет к сокращению вегетационного периода в Центральной Азии.....	31
«Углеродное земледелие» поможет остановить глобальное потепление климата	34
Нанопузырьки на миллион долларов для тепличного растениеводства.....	36
В Испании разработали инновационный способ капельного орошения хурмы и лимонов.....	38
Засуха возвращает канадских фермеров к старым методам ведения сельского хозяйства.....	39

Инновационную технологию по управлению засухой HYDRANEO
разработала компания LIMAGRAIN 40

Путь к устойчивой сельскохозяйственной практике начинается на уровне хозяйств¹

Э. Фуллер

Следующее поколение фермеров и потребителей все больше ориентируется на решение некоторых из наиболее важных проблем, стоящих перед планетой и растущим населением планеты. Фактически, недавнее исследование «Будущее продовольствия и сельского хозяйства» показало, что более 90 процентов фермеров и потребителей тысячелетия считают, что сельское хозяйство должно меняться, чтобы отвечать требованиям будущего, а фермеры должны внедрять новые инновационные технологии и методы, чтобы добиться успеха.

Это достижимая цель. Многие методы и технологии управления могут быть внедрены на уровне хозяйств для повышения экологической устойчивости, включая посадку покровных культур и сокращение объемов обработки почвы. Новая техника и технологии позволяют фермерам более точно осуществлять сев, вносить удобрения и применять средства защиты растений. Тем не менее, внедрение этих методов относительно ограничено: часто упускают из виду, что для этого требуется обучение, а также имеются затраты и риски для фермеров и их бизнеса.

Затраты на переход к нулевой обработке почвы, добавление покровных культур или создание мест обитания опылителей - даже на небольшом участке земли – являются прямыми и конкретными и часто требуют, чтобы фермеры вкладывали средства в новое оборудование из собственного кармана. Окупаемость инвестиций (ОИ), даже если она подкреплена исследованиями, может занять годы и сильно меняться в зависимости от местности и отдельных хозяйств. Как и везде в сельском хозяйстве, на результаты влияет степень неопределенности осадков, температуры и давление со стороны вредителей и сорняков.

Движимые желанием улучшить состояние почвы, качество воды и долгосрочную продуктивность, фермеры все чаще затрачивают время и ресурсы на внедрение более устойчивых методов. Однако все есть место для дальнейшего роста. Внедрение можно ускорить, если сосредоточиться на трех направлениях: создание долгосрочных, предсказуемых рынков;

¹ Источник: Emma Fuller. Advancing sustainable agriculture starts at the farm / <https://www.greenbiz.com/article/advancing-sustainable-agriculture-starts-farm> / Опубликовано 17.03.2021

разработка и внедрение экономики замкнутого цикла; использование данных и спутниковых снимков.

Создание долгосрочных, предсказуемых рынков

Предложение твердой цены, подкрепленное предсказуемыми системами, чтобы компенсировать фермерам их усилия, является ключевым компонентом для широкомасштабного внедрения новых методов и технологий, особенно для покрытия стоимости начальных капиталовложений.

По мере роста потребительского спроса на продукты питания, производимые с использованием устойчивых методов, общество должно принять участие в построении более устойчивой, биологически разнообразной и устойчивой сельскохозяйственной системы.

Подобно множеству способов, посредством которых потребители поддерживают общественную инфраструктуру, в т.ч. дороги и общественную безопасность, общество поддерживает сельскохозяйственные системы посредством правительственных программ, страхования урожаев и научно-исследовательских программ. Существуют определенные гранты и краткосрочная государственная помощь для внедрения устойчивых практик, но также возможно пересмотреть некоторые программы на более широкий масштаб.

Часто недостающим звеном в работах по обеспечению устойчивости является сторонний ресурс проверки. «Corteva» сотрудничает с ведущей промышленной группой, Консорциумом рынка экосистемных услуг (ESMC), в состав которого входят представители со всех звеньев системы поставок продуктов питания и известные неправительственные организации, с целью создания надежного рынка экосистемных услуг и дополнительных доходов для фермеров. «Corteva» также недавно объявила о сотрудничестве с Microsoft с целью изучения технологических решений для фермеров, занимающихся регенеративным земледелием. Цель заключается в том, чтобы помочь фермерам создать стабильное предложение, стимулировать устойчивый спрос среди покупателей, а затем способствовать надежным и безопасным сделкам для обеих сторон.

Посредством этой договоренности компании также работают над расширением доступа фермеров к углеродным рынкам, упрощая процесс регистрации, предоставляя инструменты для измерения уровня поглоще-

ния углерода почвой и обеспечивая покупателей высококачественными, тщательно выверенными кредитами.

Разработка и внедрение экономики замкнутого цикла

Для удовлетворения потребностей растущего населения мира и одновременного решения экологических проблем хозяйствам необходимо будет применять целостный подход к своей производственной системе, включая растениеводство, животноводство и методы управления. Принятие мышления в духе экономики замкнутого цикла является естественным для сельского хозяйства. Фермеры уже являются экспертами в области повторного использования ресурсов и сокращения отходов в своих хозяйствах. Они всегда искали такие способы повышения эффективности, как повторное использование источников воды на молочных фермах, использование отходов товарных культур, сбор азота посредством севооборота и другие методы. Новые технологии и инструменты расширят их возможности в этом направлении.

Использование данных и спутниковых снимков

Для широкого внедрения новых видов практики и технологий сначала необходимо найти способ количественно определить их воздействие.

Современные фермеры имеют доступ к огромному количеству данных и снимков по своей сельскохозяйственной деятельности. Необходимо помочь фермерам использовать цифровые инструменты для принятия решений, основанных на данных. С помощью программного обеспечения для управления хозяйствами фермеры разрабатывают точные режимы сева, внесения удобрений и средств защиты растений для повышения производительности и устойчивости, а также могут проводить оценку и оптимизацию работы своих хозяйств.

Одним из примеров является использование высокочастотных спутниковых изображений с высоким разрешением для мониторинга полей, что позволяет фермерам смягчать воздействие вредителей на полях и решать другие проблемы, сокращающие урожайность, до того, как они распространятся и потребуют дополнительных ресурсов.

Скотоводы и земледельцы также используют инновационный инструмент поддержки принятия решений, сочетающий в себе точные снимки, данные, технологии и рекомендации экспертов для управления пастбищами и пастбищными угодьями. Они могут принимать более обоснованные решения о том, когда и где обрабатывать проблемную растительность, такую как мескит, инвазивный вид кустарников, который снижает разнообразие растений, забирает воду и ограничивает производство кормовых растений. Сочетая технологии и оперативное управление, скотоводы улучшают качество и количество зеленых кормов для своего скота и расширяют среду обитания для опылителей и диких животных.

Когда на уровне хозяйства происходят положительные изменения, эффект быстро распространяется через всю продовольственную систему и всем приносит пользу.

Еще один ключевой вывод доклада в том, что большинство потребителей и фермеров твердо верят в то, что их будущее взаимосвязано. Именно хозяйство составляет основу устойчивого сельского хозяйства, которое позволяет фермерам вести прибыльную деятельность сегодня и в интересах будущих поколений. Для этого потребуются целенаправленное сотрудничество фермеров, потребителей, компаний, правительств и организаций.

Растущая роль данных в современном земледелии. Три новых навыка²

Р. Итжахи

Новые технологии в таких областях, как искусственный интеллект, машинное зрение и робототехника, будут играть ключевую роль в возможностях повышения продуктивности и эффективности, необходимых для обеспечения растущего населения продовольствием. Эти новые инструменты, технологии и устройства на поле заставляют пересмотреть работу агрономов и производителей продуктов питания. Обучение сельскохозяйственных кадров навыкам управления и использования возможностей этих

² Источник: Raviv Itzhaky. Modern farming is as much about data as digging. Here are 3 emerging agricultural skills / <https://www.weforum.org/agenda/2021/06/farming-data-new-agricultural-job-skills/> / Опубликовано 2.06.2021

новых роботов и инструментов будет иметь решающее значение для массового внедрения.

Управление фермой, включая ее работников, меняется. С одной стороны, автоматизация существующих процессов и новые технологии означают, что некоторым работникам придется пройти переподготовку или переквалификацию. С другой стороны, по мере увеличения капитала на одного работника, особенно в связи с тем, что многие новые технологии предусматривают автоматизацию, важно оценить, обладают ли работники фермы необходимыми навыками, чтобы в полной мере использовать преимущества новых технологий. Каждое рабочее место в экосистеме переосмысливается, как и навыки и способности, необходимые для успешной работы в этих профессиях.

1. Фермеры становятся управляющими

За последние 30 лет произошло значительное укрупнение фермерских хозяйств. Это означает, что небольшие традиционные хозяйства превратились в более крупные предприятия, в которых роль фермеров сменилась ролью менеджеров. Официальные данные показывают, что в США на крупные фермы с доходом более 1 млн. долларов приходится 50% производства, по сравнению с 30% в 1990-х годах.

Фермеры уже проводят больше времени перед экранами, чем в поле. Образ фермера на тракторе быстро уходит в прошлое. Тянуть и толкать технику для вспашки, обработки почвы, дискования, боронования и посадки будут автономные тракторы. То же самое касается и других процессов с использованием ручного труда, таких как сбор фруктов, которые роботизируются. Все эти автономные устройства и новые технологии требуют управления, за которое будет отвечать фермер. Определение подходящего продукта, знание того, как управлять новыми устройствами, и понимание окупаемости инвестиций (ROI), которые приносит технология в рамках существующей инфраструктуры, будут иметь решающее значение.

2. Агрономы становятся специалистами по анализу данных

Образ агронома как «доктора растений» быстро сменяется образом специалиста по обработке данных. Конечно, их опыт и обширные знания имеют решающее значение, но теперь им также придется объединить свои знания с множеством дополнительных источников данных от таких устройств, как датчики и аэрофотосъемка, и им нужно будет знать, как работать с этими инструментами для агрегации, управления и анализа этих

данных. Интерпретация данных и выводов, а также превращение их в действия станут отдельным процессом, особенно когда сталкиваются рекомендации, основанные на данных, и интуиция (или существующие методы), которые направляли процесс принятия решений в прошлом.

Точная агрономия становится самостоятельной профессией. Эта профессия будет помогать фермерам в использовании методов точного земледелия и станет мостом, соединяющим технологии и данные с традиционной агрономической практикой. Для поддержки фермеров и полного понимания ценности и окупаемости инвестиций в новые методы и продукты агрономам понадобятся правильные статистические инструменты и навыки для оценки значимости результатов.

3. Торговые посредники становятся проводниками технологий

Дилеры и продавцы сельскохозяйственной продукции и оборудования также играют важную роль в будущем сельского хозяйства. Раньше они совершали простые сделки, продавая оборудование, семена, химикаты и т.д. Когда продуктом, который они продают фермерам, станет технологическая платформа или робот, руководство процессом обучения и ввода в эксплуатацию также станет важной частью их роли. Им придется стать учителями или тренерами, чтобы помочь клиентам извлечь максимальную пользу из этих платформ и устройств - помимо роли продавца, успех будет зависеть от их способности научить фермеров пользоваться этими средствами.

Производители продуктов питания полагаются на растущий технологический пакет программного обеспечения (приборные панели, аналитика, программные оповещения) и оборудования (робототехника, датчики, камеры и т.д.). Ключевое значение будет иметь организация их работы таким образом, чтобы все они работали синхронно и на достижение одних и тех же показателей продуктивности. Помощь и поддержка поставщиков технологий будет решающей в интеграции новых технологий в существующие процессы и системы.

Необходимые навыки в кратко- и долгосрочной перспективе

В долгосрочной перспективе (пять-десять лет) многие рабочие места потребуют знания того, как управлять парком роботов. Все больше и больше задач, которые раньше выполнялись вручную, автоматизируются. Полная автоматизация уборки урожая станет реальностью в ближайшие

годы. Автономные тракторы станут таким же обычным явлением на полях, как и автономные автомобили в городах. Роботы для прополки сорняков могут быть невероятно точными и сократить использование пестицидов на 90% благодаря машинному зрению. Дроны помогут производителям продуктов питания удаленно контролировать условия и даже вносить удобрения и производить другие виды обработки сверху. Все это потребует от отрасли переосмысления наших отношений с роботами, также известных как взаимодействие человека и робота (ВЧР). Оптимизация взаимодействия людей и роботов в недалеком будущем станет самостоятельной отраслью.

В среднесрочной перспективе (три-пять лет), пока технологические платформы не станут полностью интуитивными, а роботы полностью автономными, главными навыками будет координация платформ и управление данными. Выбор, согласование и управление всеми инструментами и платформами для повышения продуктивности все еще остается сложной задачей, которая требует значительных затрат со стороны создателей технологий, поставщиков и самих фермеров.

Поскольку многие из новых технологических инструментов предоставляют беспрецедентный объем данных, в краткосрочной перспективе возникает проблема преобразования данных в информацию и, следовательно, ценность. Например, за последние несколько лет многие фермеры научились читать аэрофотоснимки. Однако в будущем они смогут получать информацию на основе уже обработанных и проанализированных данных. Тем временем, навыки анализа данных для повышения уровня работы с данными позволят фермерам внедрять новые технологии.

Ученые давно предупреждают, что изменение климата угрожает нашей продовольственной безопасности. Теперь они находят решения³

Н. Джонсон

На протяжении лет ученые предупреждают, что повышение температуры приведет к сокращению сельхозпродукции по всему миру: по Национальной климатической оценке прогнозируется снижение урожаев в США. Согласно одной из моделей, урожайность кукурузы в мире может упасть на 24% к 2050 г. Исследование, опубликованное в апреле, предполагает, что изменение климата уже привело к снижению урожайности сельхозкультур на 21%.

По прогнозам Межправительственной группы экспертов по изменению климата, если уровень углекислого газа продолжит расти, к 2050 г. голодать будут еще 183 млн. человек.

Эти выводы вызывают апокалиптические видения голода и голодных войн. Однако ученые говорят, что у массы исследований воздействия изменения климата на мировые продовольственные системы есть и другой важный вывод: у нас есть огромные возможности для адаптации. Решающим моментом, по их словам, будет определение того, что именно делает растения восприимчивыми к жаре, чтобы селекционеры знали, на что обратить внимание при выведении более выносливых культур в будущем.

Исследования теплового стресса растений множатся по мере совершенствования методов и составления учеными карт геномов основных сельхозкультур. Коллин Доэрти, доцент кафедры биохимии из Университета штата Северная Каролина исследует способы обеспечения продовольствием при меньшем использовании земли и одновременном восстановлении лесов и сред обитания. По ее словам, потенциал растений практически еще не раскрыт.

Десять лет назад Доэрти прочитала экономическую статью, чтобы попытаться понять, почему рис продолжает давать урожай из года в год в одних местах, в то время как в других он сходит на нет. Что отличало те

³ Источник: Nathanael Johnson. Scientists have long warned climate change threatens our food security. Now they're finding solutions / <https://grist.org/agriculture/scientists-have-long-warned-climate-change-threatens-our-food-security-now-theyre-finding-solutions/> / Опубликовано 8.07.2021

районы, где урожайность риса страдала? Экономисты обнаружили, что в тех местах, где урожайность снижалась, все ночные температуры были высокими.

Доэрти изучает, как растения определяют время. Как и мы, растения становятся вялыми и непродуктивными, когда их внутренние часы неправильно настроены. В интервью изданию «Grist» она говорит: «Если перевести растение с северокаролинского времени на тихоокеанское, у него нарушится суточный ритм». Растения используют свет и температуру для определения времени – тысячелетиями они переводили свои часы на надежное охлаждение в ночное время. Когда ночи остаются теплыми, это нарушает тонкую работу растений – превращение атомов из атмосферы в сахара. Поскольку Доэрти изучает механику этого часового механизма растений, у нее возникли некоторые идеи о том, какие переключатели могут включать дневные процессы ночью. Она и группа ученых обнаружили несколько десятков таких клеточных переключателей, а также тысячи генов, которые начинают действовать в неподходящее время в рисе, переживающем жаркие ночи. Свои выводы исследователи опубликовали на прошлой неделе в трудах Национальной академии наук.

Следующий шаг: Выделить наиболее важные из этих генов и выяснить, как они работают. Затем селекционеры смогут выделять эти гены при выведении сельхозкультур будущего.

Ученые постоянно делают подобные открытия. Только на прошлой неделе в другой статье был показан способ, с помощью которого селекционеры могут вывести ячмень, способный давать больше зерна при повышении температуры.

Кришна Джагадиш, специалист по растениеводству из Университета штата Канзас, который работал с Доэрти над исследованием риса, также изучает, как теплые ночи сбивают внутренние часы пшеницы и кукурузы. По его словам, у университетских ученых почти никогда нет финансирования для превращения этих открытий в новые сорта культур, которые могли бы выращивать фермеры. Обычно эту работу выполняют частные корпорации, и она может занять до десяти лет.

В других областях – от медицинских исследований до развития экологически чистой энергетики – государственное финансирование помогает продвигать инновационные процессы дальше исследовательских изысканий, помогая в последующих исследованиях и предоставляя субсидии, чтобы помочь новым технологиям закрепиться. Возможно, подобное необходимо и в отношении растений, потому что, по словам Доэрти люди на планете сталкиваются с проблемой питания каждый день, и изменение климата будет усложнять эту проблему.

По словам Криспина Тейлора, генерального директора Американского общества ботаников, возможности - от понимания внутренней работы основных сельхозкультур до открытия новых форм земледелия и использования преимуществ богатого разнообразия растений – огромны. Но страна никогда не относилась к этому как к важнейшей работе – США тратят по крайней мере на порядок больше денег на исследования рака, чем на исследования сельхозкультур.

Как говорит Доэрти, «Не все болеют раком, но все едят. Если вы действительно хотите спасти мир, растения – это как раз то, что нужно».

Исследование доказывает, что бюджетный полимерный изоляционный материал может значительно снизить потери оросительной воды⁴

Орошение критически важно для обеспечения продовольствием всего мира, но оно не очень эффективно. Орошение составляет около 70% от мирового использования пресной воды. Этот процент еще выше в западной части США.

Оросительная вода в основном подается на поля по земляным каналам, которые по своей природе негерметичны. Трудно измерить, сколько оросительной воды просачивается в землю, но по разным оценкам это составляет от 15 до 70%.

В недавнем исследовании ученые из Университета штата Колорадо доказали, что полимер, известный как LAPAM, эффективен в качестве временного, экономичного изоляционного материала для снижения потерь оросительной воды. Это исследование может не только уменьшить потери воды, но и предотвратить деградацию воды и почвы.

Более 25 лет профессор Тим Гейтс исследует потери на фильтрацию из земляных каналов. Его недавнее совместное исследование представляет собой самое убедительное и обширное на сегодняшний день доказатель-

⁴ Источник: Study proves cost-effective polymer sealant could significantly reduce irrigation water loss worldwide / <https://phys.org/news/2021-07-cost-effective-polymer-sealant-significantly-irrigation.html> / Опубликовано 5.07.2021

ство того, что применение линейного анионного полиакриламида, сокращенно LAPAM, в качестве изоляционного материала для земляных каналов приводит к значительному сокращению фильтрации.

По словам Гейтса, подавляющее большинство систем распределения воды в орошаемой земледелии проложено в земляных открытых каналах - вероятно, 95%, поэтому эта проблема охватывает весь мир. Гейтс и его коллеги из Университета и Пакистана протестировали два канала в Колорадо и один в Пакистане – места с разными условиями и проблемами. Уровень фильтрации снизился на 69-100%, когда каналы были изолированы с помощью LAPAM.

В отличие от других типов дорогостоящих и постоянных облицовочных материалов, таких как бетон, LAPAM экономичен и сохраняется только в течение поливного сезона, в который он применяется. Это может быть стратегически ценным для водников, которые тем самым могут накапливать воду, пополняя природные подземные резервуары в более многоводные годы. У большинства фермеров нет средств для более дорогой облицовки, поэтому LAPAM является приемлемым вариантом.

LAPAM предотвращает утечку воды в земляных каналах, осаждая частицы глины в воде и создавая тонкий, но эффективный полимерно-глиняный барьер.

LAPAM используется в различных областях по всему миру. Хотя он оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, чем пластиковые или бетонные облицовки, он является синтетическим и поэтому может иметь потенциальные неблагоприятные побочные эффекты для окружающей среды при чрезмерном использовании.

Теперь, когда исследователи доказали, что LAPAM работает, они переключили свое внимание на поиск альтернативного биополимера, не получаемого из нефти. В настоящее время в лаборатории доцента Джо Скалли проводятся испытания, и первые результаты многообещающие.

Куда уходит вода?

Нерациональное использование воды и снижение урожайности сельскохозяйственных культур – не единственные причины для предотвращения фильтрации. С течением времени потерянная поливная вода ухудшает качество воды и почвы.

Когда оросительная вода просачивается в землю, она мобилизует природные соли и потенциально токсичные микроэлементы, которые затем переносятся в реки и ручьи вместе с пестицидами и удобрениями, которые

могли попасть в оросительную воду. Эта химически измененная вода снижает качество воды ниже по течению.

Фильтрация в грунтовые воды также повышает зеркало грунтовых вод, делая их доступными для испарения и транспирации растениями. Когда эта вода теряется из системы, содержащаяся в ней соль остается, увеличивая минерализацию оставшихся грунтовых вод и почвы.

При ежегодном повторении этого процесса остается меньше воды для использования и ее качество снижается. Поскольку потребности в пресной воде растут по мере увеличения численности населения, мы не можем позволить себе истощение имеющейся у нас воды.

«У нас есть эта масштабная мировая проблема, которая создает как количественные, так и качественные проблемы в управлении водными ресурсами. Статистически доказано, что эти изоляционные материалы работают на многочисленных каналах, и они экономически доступны», - говорит Гейтс. «Теперь нам нужно улучшить наше понимание, чтобы мы могли выработать практические рекомендации, которые будут полезны для водников и ирригаторов по всему миру».

Сколько изменение климата будет стоить сельскому хозяйству? Это выясняют экономисты⁵

Д. Лемуан

Мы не знаем, во сколько нам обойдется изменение климата. Однако эта стоимость является «внешним эффектом», отсутствующим в ценах на ископаемое топливо (Gollier 2021), который должен быть учтен путем введения налогов или ограничения выбросов углерода (как в системе торговли выбросами ЕС). Возможные предположения об этой стоимости могут обосновать цены на углерод от нескольких до сотен долларов за тонну. Проблема заключается в том, что измерение стоимости изменения климата по своей сути затруднено, поскольку изменение климата - это новый эксперимент, осуществляемый в реальном времени в глобальном масштабе.

⁵ Источник: Derek Lemoine. How much will climate change cost agriculture? This economist is finding out / <https://www.weforum.org/agenda/2021/07/economic-climate-change-agriculture-usa/> / Опубликовано 13.07.2021

Как мы можем оценить стоимость будущего изменения климата на основе данных, доступных сегодня? В разных местах разный климат. Поэтому можно сравнивать результаты между более холодным местом А (скажем, Германией) и более теплым местом Б (скажем, Италией), чтобы узнать о последствиях изменения климата. Проблема в том, что любые два места различаются по многим параметрам, и эти различия часто коррелируют с их климатом. На территории ЕС по мере продвижения с юга на север появляется множество различий в институтах, истории, структуре землепользования, инфраструктуре и культуре, поэтому невозможно однозначно приписать какие-либо конкретные различия в социальных или экономических результатах тому, что в более южных районах теплее. Этот метод позволяет оценить либо чистые выгоды, либо чистые затраты от изменения климата для сельского хозяйства США, в зависимости от того, как учитывать различия в орошении в разных местах (Mendelsohn et al. 1994, Schlenker et al. 2005).

Что еще можно сделать? В одном и том же месте в разное время может быть совершенно разная погода. Вместо того чтобы сравнивать погоду в пространстве, можно сопоставлять время, когда в месте А было теплее, с временем, когда в том же месте А было холоднее. Эти изменения погоды настолько же случайны, насколько и неподконтрольны обществу. За последнее десятилетие экономисты показали, что погода имеет значение для множества социально-экономических результатов (Dell et al. 2014, Carleton and Hsiang 2016). Оценив воздействие более жарких дней, многие экономисты начали экстраполировать его на воздействия изменения климата, используя научные прогнозы изменения погоды в течение столетия. В сельском хозяйстве США такой подход позволяет прогнозировать потери до 56% к концу века (Deschênes and Greenstone 2007, Fisher et al. 2012).

Недостаток этого подхода заключается в том, что случайные погодные явления отличаются от изменения климата – изменение климата заставляет ранее редкие погодные явления происходить снова и снова, мы знаем, что оно изменит погоду в будущем, и оно влияет на погоду во всех местах сразу (по последнему вопросу см. Cruz и Rossi-Hansberg 2021). К сожалению, мы даже не знаем, дает ли экстраполяция воздействий погоды завышенную или заниженную оценку стоимости изменения климата. Например, фермеры могут лучше адаптироваться к изменению климата, чем к краткосрочным погодным явлениям, потому что у них будет возможность провести оросительную систему и скорректировать свои решения по посадке, и в этом случае фактические затраты будут меньше расчетных. Но может быть и так, что фермеры предпринимают действия в ответ на краткосрочные погодные явления, которые они не могут поддерживать из года в год (как, например, использование большего количества

подземных вод), и в этом случае фактические затраты будут больше расчетных.

Для того чтобы экономисты могли предложить четкие рекомендации по соответствующей политике в области изменения климата, нам нужны более точные оценки ущерба – или, по крайней мере, мы должны знать, являются ли оценки, полученные на основе данных, верхней или нижней границей. В своей недавней работе (Lemoine 2021) Лемуан разработал новые методы оценки ущерба, которые учитывают то, как изменение климата заставляет субъектов жить с измененной погодой снова и снова, и заставляет их ожидать изменения погоды в будущем. Он основывает свои методы на динамической модели принятия решений, в которой субъекты могут предпринимать действия для защиты от текущих и будущих погодных явлений. Эти действия могут быть основаны на знании погоды за окном («адаптация постфактум»), например, когда фермеры проводят полив в ответ на жаркую погоду. Они также могут быть основаны на прогнозах предстоящей погоды («адаптация априори»), например, когда фермеры корректируют посевные площади в ожидании жаркой погоды.

С помощью модели экономист получает истинный эффект от изменения климата (в символах, а не в цифрах). Это великое неизвестное в экономике изменения климата, цель, к которой многие стремятся, экстраполируя предполагаемые воздействия погоды, но которое никогда не наблюдается непосредственно в реальном мире. Поскольку мы обычно никогда не видим цель, мы понятия не имеем, насколько хорошо мы определяем цель. Но здесь он знает цель. Поэтому он может оценить точность использования изменений в погоде для получения изменений климата и может попытаться улучшить нашу цель.

Если подходить оптимистично, традиционные подходы могут быть успешными в некоторых частных случаях. С пессимистической точки зрения, эти случаи действительно представляются довольно частными. В частности, они требуют, чтобы решения субъектов не были связаны во времени, по сути, сводя динамическую среду к статической (как в Hsiang 2016, Deryugina and Hsiang 2017). Как только субъекты начинают взаимодействовать с основными фондами (таким как ирригационная или кондиционерная инфраструктура) или с природными ресурсами (такими как подземные воды), их решения зависят как от прошлых решений, так и от прогнозируемых будущих решений – и, следовательно, от погоды в прошлом и от прогнозируемой погоды в будущем. Эти зависимости имеют значение для определения реального эффекта изменения климата, но не могут быть полностью учтены традиционными методами, которые экстраполируют влияние краткосрочных погодных явлений. Точность существующих методов может быть низкой.

Так что же мы можем сделать? Есть ли надежда на основанный на данных подход к оценке стоимости изменения климата? Лемуан разработал новый подход. Нам нужно оценить влияние не только современной погоды, но и погоды с задержкой по времени и прогнозов погоды. Как только мы это сделаем, теория подскажет нам, как работать с результатами и комбинировать их таким образом, чтобы моделировать влияние климата. С помощью этого метода мы распределяем влияние климата между прямыми воздействиями изменившейся погоды, постфактум адаптацией к жизни с изменившейся погодой снова и снова и априори адаптацией в ожидании жизни с изменившейся погодой в будущем. Можно выявить остающийся разрыв между новыми оценками и реальным эффектом изменения климата, так что теперь мы знаем, оценили ли мы нижнюю или верхнюю границу долгосрочного ущерба от изменения климата.

Лемуан применяет новый метод к обсуждениям воздействий на сельское хозяйство в восточной части США. Уточняя данные Deschênes и Greenstone (2007) и Fisher et al. (2012), Лемуан показывает, что традиционные методы прогнозируют потери около 42% к концу столетия, что обусловлено увеличением числа чрезвычайно жарких дней. Согласно новому методу, изменение климата приведет к исчезновению прибыли со среднего акра нынешних сельскохозяйственных угодий. Как и раньше, увеличение числа экстремально жарких дней - это серьезно и плохо, но теперь увеличение числа дней с обычной жарой также представляется вредным. Изменение определяется постфактум адаптацией. Лемуан обнаружил, что постфактум адаптация фермеров к обычной жаре дает краткосрочные преимущества. Однако он также обнаружил, что прямое воздействие обычной жары является вредным и что краткосрочные выгоды от постфактум адаптации отражают компромиссы с долгосрочными издержками, такими как истощение подземных вод или деградация почв. Как ни странно, но в долгосрочной перспективе адаптация фактически увеличивает издержки, связанные с изменением климата.

Работа Лемуана предполагает повторное изучение огромной литературы, которая экстраполирует последствия погоды на последствия изменения климата. Оно предлагает «дорожную карту» для построения оценок, которые основаны на экономической теории и которые в конечном итоге могут создать более надежные рекомендации по ценам на углерод. В дебатах о воздействии на сельское хозяйство США эти новые оценки дают гораздо более пессимистичные результаты и меняют общепринятое предположение, что адаптация снижает стоимость изменения климата. Будущее здоровье сектора зависит от расширения сельскохозяйственных угодий в более холодных регионах и от выведения новых сортов сельскохозяйственных культур, которые могут процветать в более жарком мире.

Комплексная практика хозяйствования имеет преимущества перед интенсивным земледелием⁶

Т. Рэдфорд

И снова ученые показали, что можно прокормить человечество и оставить достаточно пространства для остальной части творения, просто вернувшись к многовековой практике многоотраслевого сельского хозяйства.

Это означало бы конец высокоинтенсивно возделываемым ландшафтам, состоящим из обширных полей, на которых выращивается только одна культура, и возрождение ряда некогда традиционных методов хозяйствования. Кажется нелогичным, но европейские исследователи убеждены, что это может быть рентабельно.

Было рассмотрено более 5 тыс. исследований, в которых проведено более 40 тыс. сопоставлений так называемого диверсифицированного и упрощенного сельского хозяйства.

Ученые обнаружили, что урожайность в целом либо осталась на том же уровне, либо даже увеличивалась, когда фермеры применяли то, что они называли диверсифицированными методами, которые поддерживали натуральное хозяйство на протяжении многих столетий.

К ним относятся возделывание промежуточных культур – разные культуры бок о бок – и множества культур в севообороте, высаживание полос цветов для привлечения насекомых-опылителей, более низкая степень разрушения структуры почвы и высаживание плотного ряда кустарников и низкорослых деревьев, а также организация лесозащитных полос для сохранения дикой природы рядом с сельскохозяйственными угодьями.

«Чаще всего практика диверсификации приводила к беспроигрышному обеспечению услуг и урожайности»

В чем выгода? Это улучшение экосистемных услуг, таких как опыление, борьба с вредителями сельскохозяйственных культур природными методами, более эффективный оборот питательных веществ, улучшение качества воды и во многих случаях накопление углерода, что может смягчить последствия изменения климата.

⁶ Источник: Tim Radford. Mixed farming beats intensive agriculture methods / <https://climatenewsnetwork.net/mixed-farming-beats-intensive-agriculture-methods/> / Опубликовано 23.11.2020

Конечно, это отличается от практики производства продовольствия в большом агробизнесе.

По словам Джованни Тамбурины, эколога из Шведского университета сельскохозяйственных наук в Упсале, который руководил исследованием, идет тенденция упрощения основных систем земледелия по всему миру.

На обширных полях в однородных ландшафтах выращивается монокультура. Согласно исследованию, диверсификация может обратить вспять негативное воздействие на окружающую среду и на само производство, которое наблюдается при упрощенных формах земледелия.

Это старый вопрос. Неужели для фермера лучше инвестировать все в получение одного крупного урожая кукурузы, пшеницы или сои, для которого требуется регулярная подпитка коммерческими удобрениями, регулярное распыление средств для борьбы с вредителями, плесенью и грибком, вспашка и боронованием земли после сбора урожая для следующей посадки, при этом всегда есть риск заморозков или наводнений, нашествия саранчи, засухи или болезней?

Или для фермера было бы лучше в долгосрочной перспективе разделить риск за счет смены и диверсификации культур и начать больше полагаться на почвы с ненарушенной структурой и местные среды обитания птиц и насекомых, которые бы уничтожали некоторых вредителей (и, конечно, «заберут» часть урожая)?

Ученые неоднократно повторяют, что как для сдерживания изменения климата, так и для сохранения природного мира, от которого в конечном итоге зависит питание и почти все благосостояние человека, методы ведения сельского хозяйства должны измениться, как и человеческий аппетит. Остается вопрос: с чего лучше всего начать изменения на самой ферме?

Этот вопрос уже изучался. Проводились метаанализы или исследования имеющейся научной литературы. Д-р Тамбурина и его коллеги обнаружили почти 42 тыс. сопоставлений, проведенных 5 тыс. оригинальных исследований. Также было выявлено 98 метаанализов. Это позволило по-новому взглянуть на картину в целом и определить, что может быть беспроектным, взаимовыгодным и проектным.

Обнаружено, что диверсификация благоприятна для биоразнообразия, опыления, борьбы с вредителями, круговорота питательных веществ, плодородия почвы и водорегулирования, по крайней мере, в 63% случаев.

Сделан вывод, что широкое внедрение практики диверсификации перспективно с позиции сохранения биоразнообразия и продовольственной безопасности, как в локальном, так и глобальном масштабе.

Точное орошение – базовый фактор стабилизации глобальной продовольственной безопасности⁷

Д. Фарнер

Вся наша продовольственная цепочка зависит от наличия воды в достаточном количестве для выращивания сельскохозяйственных культур. Без воды наши запасы продовольствия тоже иссякают. Независимо от того, возделываются ли культуры с помощью богарного или орошаемого, реальность такова, что пропитание человека полностью зависит от воды.

Хотя мы все больше осознаем необходимость устойчивого источника чистой воды в нашей повседневной жизни, большинство людей не знают о невероятной неэффективности использования воды в сельском хозяйстве. Большинство поливов проводится сегодня теми же методами, которые использовались тысячи лет назад.

Орошение затоплением или по бороздам

Фактически, 70% пресной воды в мире идет на нужды сельского хозяйства, из которых, по оценкам, 76% используется для полива затоплением или по бороздам. Хорошо известно, что КПД этих методов полива особенно низкий и составляет 60% и менее. Это означает, что 40% воды, подаваемой на поле, не оказывает никакого влияния на рост культур, и вода теряется в результате испарения, фильтрации и поверхностного стока.

Повышение эффективности использования воды с помощью точного орошения

Технологии точного орошения, такие как капельное орошение, введенные компанией «Нетафим» в 1965 г., могут сразу же повысить эффективность использования воды до 90-95%, обеспечивая больший урожай на каждую каплю воды. Более современные технологии позволяют достичь

⁷ Источник: John Farner. Precision irrigation fundamental for stabilising global food security / <https://www.futurefarming.com/Smart-farmers/Articles/2021/8/Precision-irrigation-fundamental-for-stabilising-global-food-security-777251E/> / Опубликовано 6.08.2021

почти 100% эффективности за счет работы оросительных систем в соответствии с датчиками влажности почвы и растений, спутниковыми снимками и алгоритмами развития растений.

Эта новейшая технология устраняет потери воды и улучшает качество растений и урожайность. В местах с дефицитом воды, таких как Ближний Восток или Калифорния, эти технологии быстро набирают обороты.

Изменение климата

Хотя точное орошение является лучшим способом эффективного использования наших водных ресурсов, по-прежнему почти 80% выращиваемых в мире культур полностью зависят от дождя. Поскольку изменение климата нарушает режим выпадения осадков, фермеры и земледельческие сообщества, жизнеобеспечение которых полностью зависит от дождей, сталкиваются с кризисом. Экономические риски для фермеров и земледельческих систем также порождают хрупкость продовольственной системы.

В Индии 70% сельских домохозяйств заняты в основном в сельском хозяйстве. На сельское хозяйство приходится 23% ВВП Индии, в нем занято 59% всей рабочей силы страны (данные ФАО). Что происходит с неорошаемыми культурами при изменении характера выпадения осадков? В некоторых случаях фермеры теряют весь свой урожай и источники дохода из-за того, что дождь выпал всего на несколько дней позже. И это происходит не только с мелкими фермерами в развивающихся странах.

Орошение как экономический инструмент

В США из 32 млн. га кукурузных полей орошается только 11%. Фермеры остальных полей слишком часто сталкиваются с проблемой изменения режима выпадения осадков и теряют урожай из-за засухи. Именно здесь ирригация может быть использована как экономический инструмент для обеспечения стабильности.

Модернизация орошения имеет фундаментальное значение для стабилизации глобальной продовольственной безопасности, обеспеченности пресной водой и экономической стабильности фермеров. Устойчивое сельское хозяйство зависит от эффективного управления водными ресурсами. Если правительства и местные власти хотят обеспечить будущее земледелия

лия, они должны инвестировать в современную инфраструктуру и точное орошение.

Культивирование риса с использованием капельного орошения сокращает водопользование на 70%, а эмиссию метана на 90%

Рис поддерживает существование 3,5 млрд. чел. во всем мире, но он также является самой влагоемкой культурой на планете и выращивается с огромными издержками для окружающей среды. Составляя 10% антропогенных выбросов метана, традиционное рисоводство требует 5 тыс. литров воды для производства всего одного килограмма риса и использует 30-40% мировых запасов пресной воды.

Только в Индии производится 200 млн. тонн риса, и по мере роста населения страны ожидается, что к 2050 г. спрос на него возрастет на 25%.

Технология капельного орошения компании «Нетафим» позволяет использовать на 70% меньше воды при производстве риса и снижает выбросы метана почти до нуля, борясь с нехваткой воды и изменением климата. Используя капельное орошение для выращивания риса, фермеры могут смягчить проблему отсутствия продовольственной безопасности и поддерживать его производство.

Искусственный интеллект может сократить число голодающих на миллионы к 2030 году⁸

М. Али

Исследования показали, что использование нано-технологий и искусственного интеллекта (ИИ) в сельском хозяйстве может предложить практическое решение проблем, угрожающих глобальной продовольственной безопасности.

Исследователи из Университета Бирмингема в Великобритании изучают, как «точное земледелие» поможет фермерам оперативно реагировать на изменения в росте сельскохозяйственных культур с помощью технологий.

⁸ Источник: Mishti Ali. Artificial intelligence could stop millions from going hungry by 2030 / <https://www.euronews.com/green/2021/06/30/could-artificial-intelligence-stop-840-million-people-from-going-hungry-by-2030> / Опубликовано 30.06.2021

Под «точным земледелием» понимаются методы земледелия, которые позволяют измерять и реагировать на изменчивость сельскохозяйственных культур, позволяя управлять земельными ресурсами с целью оптимизации эффективности и сокращения потерь.

В этом случае ИИ и нанотехнологии могут помочь в повышении продуктивности культур и почвы.

Изменение климата, увеличение численности населения, конкурирующий спрос на землю для производства биотоплива и ухудшение качества почвы – все это затрудняет обеспечение продовольствием населения.

Вызовы глобальной продовольственной безопасности

По оценкам ООН, к 2030 году будут голодать 840 млн. человек. В ответ исследователи разработали дорожную карту, сочетающую «интеллектуальное» сельское хозяйство с ИИ и машинным обучением, которые могут помочь сократить это число.

В настоящее время голодает почти 9% населения планеты.

«Поиск устойчивых сельскохозяйственных решений этой проблемы требует новых смелых подходов и интеграции знаний из различных областей, таких как материаловедение и информатика», – отмечает соавтор исследования Айселт Линч.

«Точное земледелие с помощью нанотехнологий и искусственного интеллекта открывает потрясающие возможности для устойчивого производства продовольствия. Мы можем увязать существующие модели круговорота питательных веществ и продуктивности культур с наноинформационными подходами для повышения продуктивности культур и земель».

Главной мотивацией для инноваций в области сельскохозяйственных технологий является нынешняя необходимость накормить растущее население мира с учетом сокращения площадей земель, пригодных для сельскохозяйственного использования, сохраняя при этом состояние почв и защищая качество окружающей среды.

В настоящее время водные ресурсы также играют ключевую роль в решении проблем сельского хозяйства. Поставив под угрозу острого голодания еще несколько миллионов людей, пандемия COVID-19 создала предпосылки для кардинального переосмысления всей системы продовольственного обеспечения и питания. Пока мы отстаем от графика достижения цели обеспечения доступа к водоснабжению и санитарии для каждого к 2030 году, как это предусмотрено Целью устойчивого развития 6

ООН, причем многие источники воды становятся нестабильными и/или более загрязненными.

Низкая продуктивность и выбросы азота в сельском хозяйстве

Интенсификация сельского хозяйства привела к крайне низкой эффективности использования азота. Речь идет о том, сколько азота, используемого в процессе земледелия, фактически поглощается растением. Низкая эффективность создает серьезную угрозу для качества окружающей среды, поскольку большое количество питательных веществ теряется в воде и воздухе, что приводит к глобальному потеплению, при этом почти 11% глобальных выбросов парниковых газов приходится на сельское хозяйство.

Особую озабоченность вызывают выбросы закиси азота, «веселящего газа», из-за чрезмерного удобрения земель, которое в 300 раз сильнее, чем двуокись углерода, вызывает глобальное потепление. 70% выбросов закиси азота в атмосферу приходится на долю сельского хозяйства.

Использование нано-удобрений может способствовать повышению урожайности культур, повышению эффективности использования азота и сокращению выбросов закиси азота, что будет способствовать достижению целевых показателей чистого нулевого выброса парниковых газов к 2050 году в соответствии с Законом Соединенного Королевства об изменении климата.

Исследователи пришли к выводу, что нанотехнологии могут повысить продуктивность сельского хозяйства четырьмя основными путями: повышение производства и урожайности культур; улучшение состояния почв и повышение устойчивости растений; повышение эффективности использования ресурсов, таких как удобрения, и сокращение загрязнения; а также разработка умных сенсорных установок, которые могут предупредить фермеров об экологических стрессах.

«Интеграция ИИ и нанотехнологий с точным земледелием будет играть важную роль в изучении конструктивных параметров наноматериалов для их использования при внесении удобрений и пестицидов, чтобы минимизировать воздействие на состояние почв, способствуя обеспечению безопасного и устойчивого сельского хозяйства», отмечает соавтор Пэн Чжан.

Как преодолеть проблемы, связанные с водой, в сельском хозяйстве⁹

Более трех млрд человек живут в сельскохозяйственных районах, где проблема перебоев с водой и ее дефицита стоит остро или очень остро, и почти половина из них сталкивается с серьезными ограничениями. Кроме того, за последние два десятилетия доступные ресурсы пресной воды на душу населения в мировом масштабе сократились более чем на 20 процентов, что подчеркивает важность концепции «производить больше с меньшими затратами», особенно в сельскохозяйственном секторе, который является крупнейшим в мире потребителем воды.

Согласно флагманскому докладу «Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства - 2020» (СОФА), который был опубликован сегодня Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций, более рациональное водопользование в совокупности с эффективным управлением и сильными учреждениями (а также гарантированными правами владения и пользования водными ресурсами, подкрепленными их надлежащим учетом и аудитом) будет жизненно важно для обеспечения глобальной продовольственной безопасности и питания и поможет достижению целей в области устойчивого развития (ЦУР).

«Этим докладом ФАО посылает мощный сигнал: если мы хотим, чтобы наше обещание достичь поставленные ЦУР было воспринято всерьез, то проблемы перебоев с водой и ее дефицита в сельском хозяйстве необходимо устранить быстро и решительно», – подчеркнул Генеральный директор ФАО Цюй Дуньюй в предисловии к докладу.

Основные направления деятельности варьируются от инвестирования в сбор и сохранение поверхностного стока в богарных районах до восстановления и модернизации устойчивых систем ирригации в орошаемых зонах. В целях обеспечения справедливого и устойчивого доступа они должны сочетаться с передовыми агрономическими методами, такими как внедрение засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, и улучшенными инструментами управления водными ресурсами, включая эффективные инструменты ценообразования и распределения воды, такие как права и квоты на водные ресурсы. Однако отправной точкой любой эффективной стратегии управления должен быть учет и аудит водных ресурсов.

⁹ Источник: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/1333351/icode/> // Опубликовано 26.11.2020

В докладе подчеркивается, что достижение согласованных на международном уровне обязательств по ЦУР, включая ЦУР 2 (нулевой голод), «все еще возможно», но для этого абсолютно необходимо обеспечить более продуктивное и устойчивое использование пресной и дождевой воды в сельском хозяйстве, на долю которого приходится более 70 процентов мирового объема забираемой воды.

Подготовленный ФАО доклад СОФА за 1993 год также был посвящен вопросам водопользования. Поразительно, насколько представленные в нем выводы остаются актуальными и сегодня. В то время, как предыдущий доклад был посвящен вопросам ирригации, авторы нового издания смотрят на ситуацию шире, освещая также проблемы, связанные с водой, в неорошаемом земледелии, на долю которого приходится более 80 процентов обрабатываемых земель и 60 процентов производства сельскохозяйственных культур.

Картирование влаги

ФАО является координатором по показателю ЦУР 6.4.2, который измеряет антропогенное давление на пресноводные природные ресурсы, и в докладе СОФА впервые приведены дезагрегированные пространственные данные о том, как обстоят дела сегодня, что в сочетании с историческими данными о частоте засух позволяет составить более целостную оценку нехватки воды для производства продовольствия.

Около 1,2 млрд человек (из них 44 процента в сельских районах, а остальные – в небольших городских центрах в сельской местности) живут там, где сельское хозяйство испытывает большие проблемы из-за серьезной нехватки воды и ее дефицита. Около 40 процентов из них проживают в Восточной и Юго-Восточной Азии и несколько большая их часть – в Южной Азии. Серьезные проблемы также существуют в Центральной Азии, Северной Африке и Западной Азии, где примерно каждый пятый человек живет в сельскохозяйственных районах с очень острой проблемой перебоев с водой и ее дефицита, по сравнению с Европой, Латинской Америкой и Карибским бассейном, Северной Америкой и Океанией, где в таких условиях живут менее 4 процентов населения.

В аналогичных условиях живут порядка 5 процентов населения стран Африки к югу от Сахары, что означает, что в районах, где сильная засуха раз в три года оказывает катастрофическое воздействие на пахотные земли и пастбища, живут около 50 млн человек.

Около 11 процентов богарных пахотных земель в мире, или 128 млн га, подвержены частым засухам, как и около 14 процентов паст-

бищ, или 656 млн га. Между тем более 60 процентов (или 171 млн га) орошаемых пахотных земель подвержены высокому уровню водного стресса. В 11 странах - все в Северной Африке и Азии - наблюдаются обе проблемы, что обуславливает безотлагательность и необходимость введения должного учета водных ресурсов, их четкого распределения, внедрения современных технологий и перехода к менее водоемким культурам.

Математика воды

«Специфика водных ресурсов затрудняет управление ими», – отмечается в докладе.

«Вода должна считаться экономическим благом, имеющим свою ценность и свою цену», – говорится в документе. При этом в докладе отмечается, что традиционная практика, в соответствии с которой к воде относятся как к бесплатному ресурсу, зачастую приводит к сбоям рынка. Напротив, цена, отражающая истинную ценность воды, служит для пользователей четким сигналом о том, что ее надо использовать рачительно. В то же время совершенно необходима политическая и управленческая поддержка для обеспечения эффективного, справедливого и устойчивого доступа для всех.

«Водохозяйственные планы должны быть динамичными и ориентированными на решение конкретных проблем», – рекомендуют авторы доклада. Они отмечают, что сельская беднота может получить существенную выгоду от орошения, и поддерживают его продуманное распространение. Согласно прогнозам, за период с 2010 по 2050 год площадь орошаемых земель увеличится в большинстве регионов мира и более чем удвоится в странах Африки к югу от Сахары, что потенциально принесет пользу сотням миллионов сельских жителей.

В докладе отмечается, что в некоторых случаях маломасштабные ирригационные системы и оросительные системы мелких фермеров могут быть более эффективными, чем крупномасштабные проекты. Это многообещающий путь для стран Африки к югу от Сахары, где поверхностные и грунтовые водные ресурсы сравнительно мало освоены и только три процента пахотных земель оборудованы для ирригации, а также где распространение мелкомасштабного орошения может быть прибыльным и принести пользу миллионам сельских жителей. Однако его внедрению препятствуют многие факторы, в том числе отсутствие гарантий прав пользования водными ресурсами и доступа к финансам и кредитам. В Азии крупномасштабные финансируемые государством системы поверхностного орошения находятся в упадке, в результате чего фермеры непосредственно

используют подземные воды, а это приводит к чрезмерной нагрузке на ресурсы. Для решения этих проблем потребуются инвестиции в модернизацию старых оросительных систем, а также эффективные меры политики.

Сложившиеся водные рынки с продажей прав на водные ресурсы встречаются относительно редко. Однако, когда хорошо налажен учет и аудит водных ресурсов, когда должным образом установлены права владения и пользования ими и когда поощряется активное участие бенефициаров и управляющих учреждений, регулируемые рынки воды могут стимулировать эффективное и справедливое распределение водных ресурсов, одновременно способствуя их сохранению.

Знаете ли вы, что:

- В 2017 году среднегодовой объем пресной воды на душу населения в Океании составлял порядка 43 000 м³, а в Северной Африке и Западной Азии этот показатель едва достигает 1000 м³.

- Самый высокий показатель общего водозабора на душу населения отмечен в Центральной Азии: в 2017 году он достиг почти 2000 м³ на человека, по сравнению с менее 130 м³ в странах Африки к югу от Сахары.

- В наименее развитых странах 74 % сельского населения не имеют доступа к безопасной питьевой воде.

- В 91 стране разработаны национальные планы по обеспечению сельских районов питьевой водой, но только в девяти странах было выделено достаточно средств для их реализации.

- Порядка 41 % мирового потребления оросительной воды происходит в ущерб требованиям к экологическим попускам, которые необходимы для сохранения экосистем, обеспечивающих функции поддержания жизни.

- Для биотоплива требуется в 70-400 раз больше воды, чем для ископаемого топлива, которое оно заменяет.

- Крупные лесные массивы в таких районах, как бассейны рек Амазонки, Конго и Янцзы, являются важными источниками водяного пара для районов, расположенных с подветренной стороны, и, соответственно, жизненно важны для богарного земледелия.

Изменение климата ведет к сокращению вегетационного периода в Центральной Азии¹⁰

Изменение климата ведет к быстрому сокращению вегетационного периода в Центральной Азии, говорится в новом исследовании, в котором собраны данные по растительному покрову за последние два десятилетия. И хотя в исследовании речь идет о дикорастущих деревьях и травах, а не сельскохозяйственных культурах, эта тенденция может перечеркнуть надежды на наращивание сельхозпроизводства и усилить опасения относительно продовольственной безопасности.

Вегетационный период (промежуток времени между первыми всходами весной и увяданием растений осенью) стал длиннее на большинстве территорий в средних широтах северного полушария, что и следовало ожидать в условиях глобального потепления.

Но в большей части Центральной Азии наблюдается обратная картина. Период вегетации растений начинается позже, а заканчивается раньше, несмотря на то, что климат в регионе теплеет быстрее, чем в среднем по миру, говорится в рецензированном независимыми экспертами исследовании, опубликованном в этом месяце в журнале *Science of the Total Environment*.

Объяснить эту, казалось бы, парадоксальную ситуацию можно изменением характера выпадения осадков. Растительный покров «более чувствителен к колебаниям осадков», чем к колебаниям температур, говорится в исследовании. Если на большей части территории Центральной Азии климат становится все более засушливым, что может привести к сокращению периода вегетации, то там, где количество осадков увеличилось, похоже, также наблюдается раннее завершение периода. Поскольку осадки являются более сложной переменной, чем температура, в обоих случаях (как на более дождливых, так и на более засушливых территориях) урожайность на этих землях скорее всего снизится.

Лицжоу Ву из Нанкинского университета информационных наук и технологий в Китае и его соавторы начинают исследование с данных о температуре и осадках, собранных в период с 2000 по 2019 год. Они сравнивают их с ростом местных растений, измеренным в тот же интервал

¹⁰ Источник: <https://stanradar.com/news/full/45857-izmenenie-klimata-vedet-k-sokrascheniju-vegetatsionnogo-perioda-v-tsentralnoj-azii.html> / Опубликовано 2.08.2021

времени при помощи спутниковых датчиков и точек отбора проб земли. Затем они разбивают этот гигантский регион, который охватывает пять государств Центральной Азии и большую часть западного Китая, на шесть экологических зон, которые они делят по высоте с шагом в 1000 метров.

В результате был получен огромный массив данных, среди которых содержится статистически значимая информация, подтверждающая сокращение продолжительности вегетационного периода. Вот некоторые из них:

- В 2019 году на 73,4 процентах исследуемой территории наблюдался более короткий вегетационный период по сравнению с 2000 годом. В среднем этот период сокращается на 0,89 дня в год.
- Наиболее пострадали центральный и западный Казахстан, а также бассейн Сырдарьи, охватывающий южный Казахстан и восточный Узбекистан.
- Из-за повышения температуры в горах Тянь-Шаня (расположены в Кыргызстане, Таджикистане и простираются до Синьцзяна) вегетационный период теперь начинается раньше – он сдвинулся на один день за десятилетие. При этом из-за снижения количества осадков вегетационный период, как правило, и заканчивается тоже раньше – на 3,7 дня за десятилетие – что сократило общий период вегетации.
- В самой западной части Казахстана и на значительной территории Туркменистана и Узбекистана режим выпадения осадков остается стабильным. Но Ву и его коллеги обнаружили, что период вегетации завершался раньше в те годы, когда осадков выпадало больше нормы.
- Такая же картина наблюдалась в бассейне реки Тарим в китайской провинции Синьцзян, где количество осадков увеличилось больше, чем в любом другом из упомянутых в исследовании районов, а вегетационный период, напротив, значительно сократился.
- А вот интересное наблюдение, казалось бы, не связанное с изменением климата: с увеличением высоты на каждые 1000 метров вегетационный период сокращается в среднем на 11,7 дней. Но в Северном Казахстане сокращение составляет 50,7 дней на каждые 1000 метров.

К счастью, вегетационный период – это не то же самое, что производительность, которая оценивается в сельском хозяйстве с точки зрения чистой первичной продукции (ЧПП), расходуемой на корм скоту. Урожай многих сельскохозяйственных культур может быть снят задолго до окончания периода вегетации. Кроме того, как отмечалось выше, авторы основывают свои выводы на анализе дикой флоры: степных трав, кустарников (саксаула) и деревьев (лиственницы и тополя), а не сельхозкультур.

Кстати, Ву и его коллеги обнаружили небольшой прирост ЧПП на большей части исследуемой территории, за исключением западного Казахстана, где наблюдалось значительное ее снижение. Местные пастухи используют для выпаса луговые степи. Сложившаяся ситуация подчеркивается экстремальной засухой, из-за которой в настоящее время в регионе голодают тысячи коров и лошадей. Еще до кризиса этого года по всей Центральной Азии наблюдались многочисленные признаки отсутствия продовольственной безопасности, что побуждало власти вводить ограничения на экспорт. 26 июля Казахстан ввел очередные ограничения, на этот раз на корма для скота.

Финансируемая государством наука зачастую удовлетворяет потребности властей, которые выделяют на нее средства. Проведение исследования Ву и его коллег стало возможным благодаря поддержке Китайской академии наук, которая спонсирует большую часть современных исследований, касающихся проблем климата и сельского хозяйства в Центральной Азии. И действительно, проведенное исследование перекликается с некоторыми стратегическими приоритетами Пекина: в многочисленных соглашениях, заключенных недавно с властями стран Центральной Азии, говорится о потенциале региона по обеспечению Китая продовольствием.

Тем не менее исследование не вызывает оптимизма, поскольку содержащиеся в нем данные в очередной раз указывают на разрушительные последствия изменения климата для Центральной Азии. Если, конечно, оно не подтолкнет местные власти к решению существующих в сельскохозяйственном секторе проблем, включая нерациональное использование водных и прочих ресурсов, которые подробно описаны в научной работе. Как показало другое исследование китайских ученых, о котором недавно писал Eurasianet.org, региону есть над чем поработать.

«Углеродное земледелие» поможет остановить глобальное потепление климата¹¹

Е. Горшкова

Сельское хозяйство обеспечивает примерно треть глобальных выбросов парниковых газов. Оплата фермерам за восстановление почв, истощенных углеродом, будет способствовать естественному восстановлению климата.

Международная инициатива под названием «4 на 1000», запущенная на Парижской конференции по климату 2015 года, показала, что увеличение углерода в почве во всем мире всего на 0,4% в год может компенсировать новый рост выбросов углекислого газа в этом году в результате выбросов ископаемого топлива.

Исследования показывают, что фермеры также могут внести свой вклад в улучшение климата на планете, применяя особые методы агротехники, способствующие связыванию углерода в почве. На базе Университета штата Колорадо был создан Центр по разработке и внедрению специальных способов обработки почвы для борьбы с изменением климата.

В то время как существует множество вариантов политики по сокращению выбросов предприятий аграрного сектора, углеродное сельское хозяйство в США привлекло внимание инвесторов. Однако критики ставят под сомнение его истинный потенциал.

Кредит в обмен на углерод

Некоторые защитники окружающей среды утверждают, что оплата фермерам не приведет к значительному увеличению углерода в почве и может позволить отраслям, таким как обрабатывающая промышленность, избежать необходимого сокращения выбросов, вместо этого покупая кредиты на выбросы углерода в почве у фермеров.

Поэтому новый подход к обработке почвы нуждается в стандартизации. Они будут гарантировать, что инвесторы, действительно содействовавшие изменению в выбросах углерода, получают финансовые выгоды.

¹¹ Источник: <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/-uglerodnoe-zemledelie-pomozhet-ostanovit-globalnoe-poteplenie-klimata.html> / Опубликовано 3.07.2021

Цена инновационного сельского хозяйства

По мере роста растения вытягивают углерод из атмосферы, а почва впитывает его и накапливает. Количество накопленного микроэлемента значительно варьируется в зависимости от типа почвы и климата.

Традиционные способы ведения сельского хозяйства, которые поглощают углерод, существовали на протяжении тысячелетий. Например, сведение к минимуму обработки почвы снижает потери углерода в атмосферу. Диверсификация сельскохозяйственных культур и посадка бобовых, многолетних культур возвращают больше углерода в почву и поддерживают почвенные микробы.

Еще одна благоприятная для климата стратегия - совместное выращивание скота и сельскохозяйственных культур. Ротация коров на пастбищах позволяет травам восстанавливаться, а навоз животных и воздействие их выпаса восстанавливают углерод в почвах.

Некоторые фермеры используют эту агротехнологию, которую часто называют «восстановительным сельским хозяйством».

Рост содержания углерода в почве с помощью таких методов, как no-till, является относительно недорогим. Исследования показывают, что выращивание углерода обходится в 10-100 долларов США за тонну удаляемого CO₂ по сравнению со 100-1000 долларов США за тонну для технологий, которые механически удаляют углерод из воздуха.

Инвестиции по отчету

Углеродное сельское хозяйство также является потенциальным источником дохода для фермеров, которые могут продавать кредиты, которые они зарабатывают на углеродных рынках. Крупные эмитенты парниковых газов, такие как производители, покупают эти кредиты, чтобы компенсировать свои собственные выбросы.

Такие компании, как IndigoAg и Nori, уже приобретают и обменивают углеродные кредиты у фермеров. 24 июня 2021 года Сенат США принял Закон о решениях в области климата. Законопроект позволит Министерству сельского хозяйства США помогать фермерам, владельцам ранчо и частным лесовладельцам участвовать в углеродных рынках.

Однако до сих пор не существует универсальных стандартов для измерения, отчетности или проверки сельскохозяйственных углеродных кредитов.

Восстановление почв, богатых углеродом, способствует улучшению состояния почвы и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Но федеральные стимулы могли бы предпочтительно предоставлять ресурсы крупным предприятиям, которые обладают большей способностью поглощать углерод на своих обширных площадях.

Так обстояло дело с сельскохозяйственными субсидиями в США: за последние 25 лет 10% крупнейших ферм получили 78% субсидий.

Чтобы избежать оплаты за увеличение углерода в почве, которое в любом случае произошло бы, банкам следует избегать кредитования ферм за внедрение методов, которые, как известно, являются прибыльными в их регионах.

В конечном счете, цели климатической политики включают сокращение выбросов парниковых газов и активное удаление углекислого газа из атмосферы. Прежде чем фермеры получают кредиты на выбросы углерода в почву, которые они могут продать, чтобы компенсировать другие источники выбросов, мы считаем, что их стоимость должна быть точно оценена, чтобы гарантировать, что общество получит то, за что оно платит.

Нанопузырьки на миллион долларов для тепличного растениеводства¹²

А. Медведева

Калифорнийский стартап под названием Moleaer, стартовавший в 2017 году, продолжает успешно коммерциализировать научные открытия из новой области нанопузырьков. По оценкам аналитиков, рынок, доступный для услуг компании, оценивается в сумму порядка 20 миллиардов долларов, размер отнюдь не нано.

Цель стартапа Moleaer состоит в том, чтобы поставлять тепличной отрасли установки для производства микроскопических пузырьков кислорода, которые при попадании в систему полива кардинальным образом улучшают качество воды, ускоряют рост и здоровье растений, предотвращают рост патогенов, передающихся через водную среду.

¹² Источник: <https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/novosti/nanopuzyrki-na-million-dollarov-dlja-teplichnogo-rastenievodstva.html> / Опубликовано 17.08.2021

Начиная с запуска, бизнес Moleaer быстро вырос с 2017 года благодаря солидным инвестициям (около 11 миллионов долларов еще на первых этапах), и в настоящее время компания работает на трех континентах.

Нанопузырьки чрезвычайно малы – всего около 80 нанометров в диаметре. 2500 нанопузырьков вытеснят такой же объем воды, как одна крупинка поваренной соли, но они не поднимаются на поверхность, а диффундируют через воду.

У простой технологии перенасыщения воды кислородом оказалась масса достоинств, подтвержденных на практике.

Например, Исследовательский институт Delphy в Нидерландах протестировал технологию на клубнике.

В то время как на контрольной группе растений поддерживался стабильный уровень растворенного кислорода (DO) между типичными 7 и 9 мг/л, растения в другой группе получали воду, с концентрации DO 30 мг/л.

Это привело к увеличению урожайности на 14% во время весеннего сбора урожая. Как поясняет Moleaer, большее количество кислорода вблизи корневой зоны увеличивает усвоение питательных веществ и устойчивость растений к стрессу окружающей среды.

Обогащенная кислородом корневая зона улучшает массу корней, увеличивает усвоение основных питательных веществ, таких как кальций и калий, и помогает подавить рост болезнетворных организмов. Уменьшает количество биопленок, водорослей и давление патогенов, таких как Pythium и Phytophthora.

Delphy отмечает, что растения клубники, орошаемые кислородными нанопузырьками, имели более здоровую корневую массу, меньшее количество случаев заболевания фитофторозом, по питиозной гнили снижение на 74%.

В Испании разработали инновационный способ капельного орошения хурмы и лимонов¹³

Исследовательская группа из Института исследований опустынивания (CIDE) — совместного центра Национального исследовательского совета Испании (CSIC), Университета Валенсии и Правительства Валенсии — и Центра почвоведения и прикладной биологии Сегуры (CEBAS-CSIC) разработали исследование для определения оптимального метода орошения плантаций хурмы и лимона в полузасушливом климате с использованием капельного орошения. Ученые сделали вывод, что одной линии капельного орошения достаточно для оптимизации производительности и эффективности использования воды, как для лимонного дерева, так и для молодых деревьев хурмы. Об этом сообщает АПК-Информ: овощи и фрукты со ссылкой на phys.org.

В ходе работы определяется оптимальный способ размещения шлангов-держателей капельниц — количество и расположение — во фруктовом саду, где можно разместить одну или несколько линий-держателей капельниц для подачи воды к деревьям.

Согласно исследованию, хотя простое расположение линий дешевле и облегчает обработку почвы, оно может не обеспечить достаточного объема влажной почвы. В этом исследовании сравнивается агрономическая реакция деревьев в зависимости от количества используемых линий капельницы.

«Главный вывод заключается в том, что если лимонные деревья произрастают в глинистой почве, то достаточно одной линии капельницы-держателя для оптимизации производительности и эффективности использования воды. Точно так же для молодых деревьев хурмы расположение капельниц в одной линии капельницы-держателя позволяет оптимизировать производительность воды», — говорит Диего Интриглиоло, исследователь CIDE и один из авторов работы.

¹³ Источник: <https://east-fruit.com/novosti/v-ispanii-razrabotali-innovatsionnyy-sposob-kapel'nogo-orosheniya-khurmy-i-limonov/> // Опубликовано 18.08.2021

Засуха возвращает канадских фермеров к старым методам ведения сельского хозяйства¹⁴

А. Медведева

Канадские фермеры сталкиваются с растущей проблемой засухи, в результате чего некоторые из них прибегают к давно позабытым решениям, ведь они работают до сих пор

В этом году канадские национальные СМИ вспоминают засуху 1988 года и периодически сообщают о проблемах с водой в Прериях Канады в сельскохозяйственных провинциях Манитоба, Саскачеван и Альберта.

Например, Эксельсиор, сельский муниципалитет в провинции Саскачеван, объявил чрезвычайное положение из-за «сельскохозяйственной катастрофы, вызванной сильной засухой». Трава на пастбищах стала коричневой из-за жары, а поскольку в это время года крупный рогатый скот обычно находится на выгуле, многие владельцы ранчо теперь должны доставлять сено своим животным. Члены совета снизили местные налоги на 20 процентов и обратились за помощью к правительству провинции и федеральным властям.

Федеральное правительство в этом году создало Канадское водное агентство, которое, в том числе, занимается водными ресурсами для сельского хозяйства, но пока еще рано говорить о результатах работы нового ведомства.

Поскольку проблема нехватки воды не нова, в последние годы некоторые фермеры начали возвращаться к позабытым дедовским методам, чтобы обеспечить удержание воды в почве. Это, например, озимые культуры, большая часть которых растет, когда тает снег, а земля еще влажная.

Фермеры также приступают к посадке деревьев и кустарников между полями и по краям полей. Это редкое зрелище в Канаде, потому что раньше большая часть окаймляющих деревьев была вырублена для увеличения посевных площадей. Тень от деревьев снижает испарение влаги из почвы, а корни удерживают воду.

Другие аграрии пересматривают методы обработки почвы и отказываются от слишком глубокой вспашки. Третьи указывают на полезность воссоздания когда-то существовавших водно-болотных угодий.

¹⁴ Источник: <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/zasuha-vozvrashaet-kanadskih-fermerov-k-starym-metodam-vedenija-selskogo-hozjaistva.html> / Опубликовано 18.08.2021

Еще в 2017 году Университет Ватерлоо опубликовал отчет, где оценивалась финансовая выгода отказа от осушения болот и водно-болотных угодий. В канадских условиях, подчеркивается в отчете, оставить болото и использовать его в качестве естественной «губки» для поглощения дождя означает экономию в миллионы долларов каждый год.

Между тем водно-болотные угодья в Канаде в настоящее время они составляют около 14 процентов территории, но, согласно данным Ducks Unlimited Canada, организации, которая занимается поддержанием болот, человеческая деятельность ежедневно убирает территорию размером с 45 футбольных полей. Анализ показывает, что в сельской местности осушение болот увеличивает затраты на устранение последствий наводнений в среднем на 29%, а в городских районах даже на 38%.

Министр сельского хозяйства Мари-Клод Бибо объявила о запуске нового фонда в 200 миллионов долларов для проектов сельскохозяйственных решений. Целью является, в частности, сокращение выбросов парниковых газов за счет мер по обеспечению здоровья почвы, таких как стимулирование выращивания покровных и промежуточных культур, регулирование азота в сельскохозяйственном производстве и севооборот. Правительство держит на контроле проблемы сельского хозяйства, одной из первых отраслей, серьезно пострадавших от изменения климата. «Проблемы, связанные с доступностью и качеством воды, здоровьем почвы и биоразнообразием, будут продолжать расти и будут становиться все более дорогостоящими в ближайшие десятилетия», подчеркивается в заявлении Бибо.

Инновационную технологию по управлению засухой HYDRANEO разработала компания LIMAGRAIN¹⁵

А. Медведева

Проблема засухи в России с каждым годом все более остро влияет на работу фермеров. В ответ на запрос аграриев, международная сельскохозяйственная компания Limagrain разработала и представила новую технологию эффективного управления засухой HYDRANEO, которая позволит максимально объективно идентифицировать засухоустойчивые гибриды

¹⁵ Источник: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/innovacionnuyyu-tehnologiyu-po-upravleniyu-zasuhoi-hydraneo-razrabotala-kompanija-limagrain.html> / Опубликовано 20.08.2021

Согласно данным центра погоды «Фобос» уровень запаса влаги в почве снижается до критических отметок в среднем один раз в 9-10 лет. Особенно часто засушливым оказывается весенне-летний период, в особенности это касается юга России. В процессе испарения и транспирации происходит значительная потеря влаги из почвы, что негативно сказывается на обеспечении стабильного урожая в агрохозяйствах.

Аграрии уделяют огромное внимание методам борьбы с засухой и ежегодно совершенствуют технологии выращивания растений в засушливых условиях. В основном, пополнение влаги в почве осуществляется с помощью естественных осадков, либо орошения и капиллярного подъема воды из нижних горизонтов грунта. Но поскольку этот процесс является дорогостоящим, аграриям приходится задумываться о применении современных технологий, которые могут гарантировать стабильность урожая без существенных затрат и снижения рентабельности. Например, аграрии отдают предпочтение засухоустойчивым гибридам растений, способным переносить последствия почвенной и воздушной засухи с наименьшей потерей своих свойств и продуктивности.

В ответ на запрос аграриев, международная сельскохозяйственная компания Limagrain разработала и представила новую технологию эффективного управления засухой HYDRANEO. Технология позволит аграриям максимально объективно идентифицировать засухоустойчивые гибриды.

«Суть технологии состоит в определении синтетического показателя, свойственного каждому генотипу растения, индекса засухоустойчивости – Hydraneo DTI. С его помощью мы можем выявить продукт, обладающий высокой засухоустойчивостью, но низким потенциалом урожайности, интенсивный – высокопотенциальный, но мало адаптированный к засухе, и универсальный – который хорошо переносит жару и даст стабильный урожай», – прокомментировал Евгений Щедрин, директор по маркетингу в бизнес регионе Россия, Казахстан и Белоруссия.

Для выявления эффективности гибридов и условий их возделывания в каком-то определенном хозяйстве Limagrain разработала веб-страницу, где аграрий может с помощью специалиста провести онлайн-диагностику рисков наступления засухи, при вводе параметров почвы, климата, гибрида и используемой агротехнологии. Отчет показывает потенциальный запас влаги, риск засухи, подходящий под конкретные почвенно-климатические условия гибрида, а также густоту посева, агротехнические приемы, нормы внесения удобрений и дает оценку потенциальной урожайности. По итогам тестирования фермер получает индивидуальные агрономические рекомендации и полноценную модель производства кукурузы с учетом всех рисков. Данные рекомендации помогут аграриям снизить затраты ресурсов и повысить экономические показатели производства.

Эксперты лабораторий Limagrain на протяжении 20 лет активно работают в области селекции универсальных гибридов кукурузы, которые можно использовать под различные технологии возделывания. На сегодняшний день в портфеле компании 7 гибридов кукурузы, адаптированных для технологии HYDRANEO. Все они универсальны по степени реакции на условия влажности и подходят для стабильного производства зерна в зонах с недостаточным запасом влаги.

Первый продукт данной линейки, который уже успешно прошел производственные испытания в стрессовых условиях на полях засушливых регионов юга России: в Волгоградской и Ростовской области, Краснодарском крае. Гибрид АДЭВЕЙ, по сравнению с конкурентами, показывает положительную динамику урожайности даже при усилении стрессовых условий.

Также в портфеле компании имеются и другие гибриды с технологией HYDRANEO: ЛГ30189, КРОСБИ, ЛГ30215, ЖАКЛИН, ЛГ31272, АДЭВЕЙ, ЛГ30315.

Перевод: Усманова О.

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz