

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, ЛЕСОВОДСТВО

Известия ТСХА, выпуск 2, 2009 год

УДК 63:001.891

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТОК ТОЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

В.М. БАУТИН

Рассматриваются направления создания точных технологий землепользования и их необходимость, обусловленная деградацией плодородных почв, уменьшением эффективности химизации сельского хозяйства, глобальными экологическими проблемами, уменьшением продуктивности растениеводства. Представлены данные об учебно-научном Центре точного земледелия, созданном в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.И. Тимирязева. Обсуждается важность разработки новой экономической стратегии ведения сельского хозяйства для внедрения инновационных агротехнологий.

Ключевые слова: точные агротехнологии, деградация почв, экономические проблемы, инновации, экономическая стратегия.

Термин точные агротехнологии предполагает углубленные знания предмета, к которому эти агротехнологии применяются. К сожалению, несмотря на жизненную важность агросферы, лежащей в основе жизнеобеспечения современного человека, наши знания ее особенностей, деталей ее структуры, динамики, современного состояния и, самое главное, возможности управления ею, остаются недостаточно исследованными. В то же время в условиях развивающегося глобального экологического кризиса, истощенности возможностей экстенсивного развития сельского хозяйства, конкуренции на международных рынках сельскохозяйственной продукции требуется ускоренный рост продуктивности агроэкосистем. Продовольственное обеспечение населения становится вопросом, определяющим будущее каждого государства.

В качестве иллюстрации этого утверждения необходимо привести некоторые статистические данные. За 100 последних лет эрозия и другие процессы, вызывающие деградацию почвы, вывели из пользования пример-

но 27% (2 млрд га) сельскохозяйственных угодий мира. Для США, в частности, цифра потерь из-за эрозии составляет 120 млн га в год, Франции — 5, а в странах бывшего СССР 152 млн га, или 2/3 всех пахотных земель, находится в эрозионно-опасном состоянии. Процесс опустынивания охватил более 19% (около 30 млн км²) всей суши планеты и распространяется на новые территории со скоростью 50 тыс. км² в год, представляя прямую угрозу сельскому хозяйству по меньшей мере 150 стран. Принято считать, что 87% ежегодного прироста пустынь обусловлено антропогенным давлением на природу и только 13% — естественными факторами. В 1991 г. потери верхнего слоя земли вследствие ее деградации в 16—300 раз превышали способность почвы к естественному восстановлению в различных регионах мира. По некоторым оценкам, деградация земли с 1945 по 1990 г. привела к снижению производства продовольствия в мире на 17% [1]. Попытки компенсировать эти потери за счет ирригации и химизации дали определенный положительный эффект, но разрушающе воздействовали на

окружающую среду. Подсчитано, что с 1960 по 2000 г. глобальная продуктивность зерновых возросла примерно в 2~3 раза, в т.ч. и в расчете на 1 га. Однако при этом вклад в увеличение урожайности зерновых с 1960 по 2000 г. возрос: воды — в 2 раза; азотистых удобрений — в 10; фосфорных удобрений — в 7,5; пестицидов — в 6 раз. Эффективность вклада азотистых удобрений в получение урожая зерновых с 1960 по 2000 г. понизилась в 4 раза [2]. Такие тенденции рассматриваются как глобальный результат истощения растениеводством почв агро-систем.

Осознание движения мирового сельского хозяйства к критической черте, по-видимому, и приводит к тому, что в последние годы развитие новых агротехнологий идет ускоренными темпами. В то же время место и значение многих из них в системе производства продовольствия остается дискуссионными. Очевидно, что это обусловлено, прежде всего, комплексностью самой агроценозы, наличием сложных иерархических взаимоотношений между ее различными компонентами, уникальностью их сочетаний в каждой отдельной агроэкосистеме. Существенный вклад в дискуссионность эффективности применения агротехнологий вносит и то, что использование одних и тех же приемов даже в близких по ряду характеристик агроэкосистемах может приводить к различным результатам. Современный этап развития агротехнологий характеризуется определенной противоречивостью ситуации: с одной стороны, необходимо развитие ресурсосберегающих, точных агротехнологий, с другой — это требует увеличения затрат на углубленное изучение конкретных агроэкосистем, к которым они применяются, для того чтобы такие технологии действительно стали бы «точными», т.е., имели бы прогнозируемую эффективность.

Одним из важнейших аспектов внедрения технологий точного земледелия

является экономическая эффективность. Большие надежды возлагались и возлагаются на так называемое биологическое земледелие. Это процесс получения продукции с минимальными затратами антропогенной энергии и сохранением экологического равновесия. Но, как показала практика, такой путь в принципе не может обеспечить нужды растущего населения планеты, так как стоимость полученной продукции высока и она недоступна большинству населения. Для защиты от сорняков, болезней необходимы биологические методы, эффективность которых далеко не всегда достаточна. Однако борьба за сохранение природной среды привела к возникновению концепции устойчивого земледелия, интенсификации разработок биологических методов защиты растений и животных, минимизации обработки почвы, комплексному экологическому подходу к развитию сельских территорий, экономному расходованию пресной воды и т.д.

Системы разумного экологического и биологического земледелия, устойчивое развитие или экологически сбалансированное природопользование, ресурсосберегающие агротехнологии, технологии точного земледелия — все эти термины появились в несколько последних десятилетий и описывают деятельность человека, в которой природопользование сбалансировано мерами по ее сохранению. Однако время показывает, что легче придумать модели и термины, чем разработать реальные приемы для их действительного применения. Понятна основная суть всех этих терминов — необходимость замены существующих агротехнологий, разрушающих биосферу, на технологии, ее сохраняющие или даже восстанавливающие структуру естественной биоты, необходимой для продолжения жизни человечества.

Точное земледелие, например, подразумевает «прецизионные», точные методы работы с различными компонентами конкретной агроэкосистемы, до-

стигаемые за счет увеличения адресности, «точности» используемых агротехнологий. Ключевым элементом таких технологий является развитие специального сельскохозяйственного оборудования, позволяющего картировать рельеф и потенциальное плодородие почв, оценивать засоренность сорняками и инфицированность культурных растений различными патогенами и на этой основе дифференциально вносить в разные сегменты таких карт удобрения, гербициды, пестициды. К настоящему времени такое оборудование уже создано и получило широкое распространение, в частности, навигационные системы параллельного вождения отдельно и в комплексе с дополнительными приборами — компьютером, пробоотборником, анализатором изображения и ряда других, необходимых для увеличения точности процедур опрыскивания, разбрасывания, внесения семян, удобрений, средств защиты растений.

В Российском государственном аграрном университете — МСХА имени К.А. Тимирязева, в рамках реализации программы «Формирование инновационной образовательной среды в РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева для подготовки нового поколения специалистов аграрного профиля», в 2007 г. создан учебно-научный Центр точного земледелия (ЦТЗ). Главная цель деятельности Центра — разработка и внедрение элементов технологий точного земледелия, передача их заинтересованным сельхозпроизводителям, обучение студентов, практиков и организаторов сельского хозяйства таким технологиям с учетом специфики культур, почв и ландшафтных деталей. В системе аграрных вузов России созданный Центр точного земледелия — пока единственный учебно-научный инновационный комплекс, оснащенный уникальной современной сельскохозяйственной техникой с программным обеспечением, оборудованной спутниковой системой глобального позиционирования, позволяющей обеспечить

точное выполнение агротехнических приемов и агротехнологий с детальным учетом почвенно-экологических условий агроландшафта. В Центре заложен полевой стационарный опыт, демонстрирующий на практике возможности ресурсосберегающих, экологически щадящих элементов технологий точного земледелия (обработка почвы, посев, внесение удобрений и пестицидов, уборка урожая).

В Центре для реализации технологии точного земледелия закуплены современная сельскохозяйственная техника и оборудование, в частности, трактор John Keer 6920 с комплектом узких колес и МТЗ-1221, разбрасыватель минеральных удобрений ZAM 900 с системой Tropic, опрыскиватель UF-901 с емкостью 1050 л и рабочей шириной захвата 15 м, сеялка К 9-30 Superc, сеялка прямого посева KMS шириной междурядий 13,5 см, картофелесажалка CF34 KL4-рядная с междурядьем 75 см и бункером 1,2 т, комбайн САМПО 2010 с жаткой 1,5 м, картофелеуборочный комбайн с рабочей шириной захвата 0,70-0,75, вертикально-фрезерная борона KE-303, дисковая борона Catros 3001, дисковый культиватор Pegasus SG 3002, окучник-гребнеобразователь GF-75-4, плуг навесной оборотный Eur Opal 7. Кроме оборудования нового поколения, обеспечивающего выполнение технологических операций точного земледелия, закуплены система «Автопилот» для трактора John Keer (точность системы — 2~3 см), система управления внесения жидких материалов IN, система картирования урожайности Insight для комбайна, пробоотборник FRITZMEIER PRKFT 90, система для дифференцированного внесения удобрений RT 200 N, Sensor ALS Активный, программное обеспечение SMS Advanced для сбора, хранения и обработки полевых данных.

Представленный агрокомплекс для реализации технологии точного земледелия обеспечивает дифференцированное внесение удобрений, учитыва-

ющее пестроту почвенного плодородия, средств защиты растений с учетом фитосанитарного состояния агроландшафта, проведение основных агротехнических мероприятий с использованием приборов параллельного вождения и спутниковой системы глобального позиционирования, обеспечивающих высокое качество и точность выполнения агроприемов. В частности, ширина смежных рядков между проходами сеялки составляет: по маркеру до 5~7 см, с использованием спутниковой системы глобального позиционирования (GPS) — до 2,5-3,5 см; расход пестицидов и рабочего раствора при технологии точного земледелия уменьшается на 25-30%; экономия удобрений составляет в среднем 20~30%.

Адресное использование агротехнологий подразумевает сбережение ресурсов и снижение энергозатрат на единицу продуктивности конкретной агросистемы, что предполагает специальные меры по сохранению плодородия почв. К одному из таких методов относится отказ от вспашки, метод «нулевой» обработки почв. Этот метод предполагает прямой посев зерновых по стерне при сохранении растительных остатков предыдущего урожая на поверхности почвы. Критическими для его эффективности являются сбор, измельчение и равномерное распределение пожнивных остатков предыдущего урожая, равномерное распределение вносимых минеральных удобрений, гербицидов, а также контроль физико-химических характеристик почв, что, в свою очередь, требует специального точного сельхозоборудования.

В то же время в ряде агросистем отказ от вспашки в сочетании с ранними посевами культур приводит к увеличению засоренности посевов сорняками. Это, в свою очередь, требует специального подбора гербицидов, времени, повторности и глубины их внесения. Важно подчеркнуть также, что точные агротехнологии предполагают и изменение ряда традиционных взглядов, в частности, на засоренность

посевов сорняками. При невысокой численности сорняки в отдельных агросистемах могут способствовать обмену минеральными элементами приповерхностных горизонтов почвы с более глубокими, снижению заболеваемости грибковыми болезнями, обогащению микробиоты пашни, ускорению разложения стерни, защите почв от эрозии.

К точным агротехнологиям относится также контурно-мелиоративное земледелие, при котором поля должны нарезаться не геометрически правильными, а с учетом природных границ рельефа и почв. Если не вспахивать окраины полей, не обрабатывать пестицидами примыкающие к ним 10-20-метровые полосы посевов и сохранять разного рода ремизы — убежища полезных насекомых (куртины кустарников, овражки, перелески и т.д.), на поле восстанавливается система полезных симбиотических связей между культурными растениями и сорняками, насекомыми-фитофагами и паразитами, появляются почвенные организмы (дождевые черви и другие), которые ускоряют разложение пожнивных остатков и способствуют сохранению почв.

Основными лимитирующими факторами для продуктивности агросистем являются режим севооборота, основная обработка почвы в севооборотах и система удобрений. Очевидно, что оптимальные характеристики всех этих трех параметров существенно варьируют от одной агросистемы к другой, и точные агротехнологии предполагают необходимость специальных исследований по адресному подбору таких параметров для разных почв и культур.

Важным источником увеличения плодородия являются разработки по изучению микробиоты почв, ее исходного состояния и динамики в процессах землепользования, внесения различных биопрепаратов, способствующих ее обогащению в желательном направлении. До сих пор это остается крайне трудной задачей в связи со сложностью видовых сообществ почвенных

микроорганизмов и их взаимодействий с растениями. Другая проблема — это использование меж- и внутривидовых аллопатических взаимоотношений в растительных сообществах, благодаря которым урожайность агросистем может быть повышена при посевах смесей сортов и видов. В таких смешанных агроценозах в ряде случаев успешно повышается защищенность растений и почв от ряда неблагоприятных воздействий факторов окружающей среды.

Очевидно, что мишенью действия точных агротехнологий могут быть не только методы земледелия, специфичные для конкретных агросистем, но и подбор сортов, продуктивность которых достаточно высока в конкретных условиях их выращивания. Целый ряд проблем, связанных с засоренностью посевов сорняками, устойчивостью растений к фитофагам и инфекционным агентам, может быть решен при правильном подборе сортов, темпы развития которых препятствуют этим негативным воздействиям.

Таким образом, современное состояние агросферы и биосферы, рост населения, сокращение плодородных почв, уменьшение эффективности традиционных агротехнологий требует создание новых подходов к интенсификации производства продовольствия. Увеличение продуктивности сельского хозяйства, уменьшение его негативных экологических эффектов возможно только на основе глубоких исследований конкретных агроэкосистем и подбора для каждой из них соответствующих агротехнологий, точно, в деталях, совместимых с ее устойчивым развитием. Затраты на такие исследования, по-видимому, неизбежны, но они могут быть уменьшены за счет создания высокоточного сельскохозяйственного инструментария, комплексных биопрепаратов, коллекций сортов с высокими адаптивными свойствами.

В то же время необходимо подчеркнуть, что современные агротехнологии достигли такого уровня развития,

который позволяет с использованием инновационных технологий точного земледелия резко повысить урожайность и устойчивость возделываемых культур на относительно небольших площадях, а особенно — на экспериментальных делянках и в лабораторных условиях. До сих пор ориентация растениеводства на сохранение плодородия почв не имеет экономического обеспечения и не входит в стоимость конечной продукции. Отсутствие экономических рычагов внедрения, как правило, дорогостоящих инновационных технологий в промышленные масштабы производства растениеводческой продукции приводят к тому, что технологии точного земледелия остаются предметом широкого обсуждения, разработок научно-исследовательских подразделений, демонстраций на международных конгрессах. Внедрение ресурсосберегающих, точных агротехнологий — это прежде всего экономическая проблема.

Несмотря на то, что в последние десятилетия жизненная важность интенсивного развития сельского хозяйства, необходимость увеличения гибкости его структур и способностей адаптации к новым экологическим, экономическим и социальным условиям осознана многими учеными и государственными деятелями в России, механизмы такого развития, так же как и практические приемы по его достижению, остаются даже необозначенными в виде конкретно выделенных областей научных исследований. Более того, при решении вопросов ускорения развития АПК просматривается традиционное для России предположение, что оно может быть достигнуто путем прямого использования опыта экономически наиболее успешных стран. Его ошибочность неоднократно подтверждалась практикой. Культура ведения сельского хозяйства каждой страны не может быть заимствована, она может быть только модифицирована с учетом мирового опыта и специфичных для нее особенностей

экономического и социального устройства. В то же время прямое внедрение наукоемких разработок других стран, часто не приводящее к желательному результату, подавляет создание собственных и, естественно, уменьшает скорость и устойчивость развития АПК.

В России, в условиях сложившихся в последние десятилетия низкой конкурентоспособности продукции села, сопровождаемой интенсивной импортной интервенцией продуктов питания, и диспаритетом цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию (в первую очередь — энергоносителей), кризисные явления в сельском хозяйстве неизбежны. Перелом негативных тенденций возможен только на основе реальной поддержки отрасли государством и активизации инновационной деятельности в самой отрасли. Но для этого необходима конкретизация самих понятий инновационной деятельности, механизмов и экономических основ ее реализации. Необходимость интенсификации развития АПК требует формирования качественно новых взаимоотношений между государством, наукой, аграрным образованием и производством.

В последние десятилетия часто выдвигались и настойчиво внедрялись способы и приёмы ведения отраслей АПК на принципиально новой основе путем наложения экономических взаимоотношений и организационных форм сельского хозяйства других стран на условия и менталитет России. Но уже к середине 90-х годов прошлого столетия стало ясно, что лозунг «рынок расставит всё по своим местам» применительно к современному состоянию отрасли не даёт желаемых результатов. Так, по отношению к экономически успешным странам нельзя недооценивать вклад в стоимость конечной продукции сельского хозяйства не только государственных дотаций, но и исторически сложившихся более продвинутых транспортных коммуникаций, информационных услуг, орга-

низационного обеспечения всего каскада ее получения. А при анализе успехов Китая, например, необходимо учитывать относительно высокий вклад в единицу конечной сельскохозяйственной продукции ручного труда. Таким образом, для России требуется выработать и апробировать свой путь развития отрасли на основе современных достижений научно-технического прогресса, использовать опыт развитых стран, но применять его только с учётом местных политических, социально-экономических, природных, экологических и других особенностей сельских территорий. В то же время, очевидно, что одним из базовых основ такого пути должны быть универсальные для современной глобальной экономики приемы использования информационных технологий, содержательное наполнение и экономическая целесообразность которых должны быть отдельной, наукоемкой задачей, специфичной для современного этапа экономического контекста России.

В начальные периоды рыночных преобразований в агропромышленном комплексе России практически полностью была разрушена система научно-технической информации, ликвидированы патентно-лицензионные службы и вся система поддержки изобретателей, упразднены или переданы физическим лицам структурные подразделения инновационного профиля. В условиях ослабления отраслевого управления научно-техническим прогрессом товаропроизводитель потерял научно-технические связи с организациями науки и научного обслуживания, информация о наукоёмких технологиях стала недоступна даже специалистам органов управления и хозяйствующих субъектов, провозглашаемые принципы материальной заинтересованности владельцев объектов интеллектуальной собственности нормативными правовыми актами не защищались.

Научное, информационное, консультационное и инновационное обеспече-

ние агропромышленного комплекса и агропромышленного производства в своей основе имеет единую цель — реализацию в производстве эффективных наукоёмких разработок. Нисколько не умаляя значения научных поисков и накопления новых знаний, необходимо подчеркнуть, что, оставаясь невостребованными, новые знания в короткие сроки утрачивают свои потребительские свойства. Только на основе реализации в производстве созданных и охраняемых в соответствии с отечественным законодательством наукоёмких технологий можно снижать себестоимость и увеличивать производство всех видов сельскохозяйственной продукции и продуктов питания товаропроизводителями всех форм собственности, на выгодной основе и в интересах страны выходить на внешний рынок, иметь гарантированные ресурсы продуктов, проверенные и реализуемые в достаточных объёмах современные зональные машинные технологии. Таким образом, на первый план в современных условиях выходит значение инновационной деятельности в широком смысле этого понятия и, прежде всего, с учетом ее экономической эффективности. И

до тех пор, пока ресурсосбережение, экологическая безопасность, устойчивость плодородия почв не получат свое экономическое обоснование, единицы измерения и контроля, невозможно рассчитывать на широкое внедрение инновационных, ресурсосберегающих технологий.

Вышеизложенное позволяет сделать следующее заключение. Глобальное истощение плодородия почв, экологические проблемы требуют ускоренного появления новых ресурсо- и средосберегающих технологий. Ряд таких технологий уже существует, создано их техническое обеспечение, позволяющее переходить к точному, «адресному» земледелию. Уровень разработки таких технологий позволяет успешно включать их в образовательный процесс, что наглядно реализуется в Российском государственном аграрном университете — МСХА имени К.А. Тимирязева в Центре точного земледелия. Однако для распространения таких агротехнологий, перехода к внедрению их в широких масштабах требуются специальные исследования и разработки по созданию экономических мотиваций их применения, новой экономической стратегии землепользования.

Библиографический список

1. Власов В.И. Глобальная продовольственная проблема. К.: Институт аграрной экономики, 2001.
2. Tuman K., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R., Polasky S. Agricultural sustainability and intensive production practices // *Nature*, 2002. Vol 418. P. 671-677

SUMMARY

In this article main trends of precision agricultural technologies development and their necessity caused by fertile soils degradation, decrease of chemicalization efficiency in agriculture, global ecological problems and decrease of plant growing productivity are observed. Data about scientific and educational centre of precision agriculture, created in Russian State Agrarian University - MAA named after K.A. Timiryazev are presented. Importance of new economic farming strategy development for innovative technologies introduction is discussed.

Key words: precision agricultural technologies, scientific centre, soil degradation, ecological problems, innovations, economic strategy.