СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Аннотация. В современном обществе существуют противоречивые взгляды на методы ведения сельского хозяйства и агропромышленного производства. С одной стороны, идет активная агитация за экологизацию этого процесса для снижения негативной нагрузки на окружающую среду и здоровье человека. С другой – существует объективная необходимость обеспечения человечества продовольствием, что невозможно без интенсивных технологий. В статье выделены общие тенденции развития аграрного сектора, определены возможные направления развития будущего производства продуктов питания, проанализированы их основные преимущества и недостатки, выявлены глобальные угрозы каждого подхода.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, народонаселение, располагаемые земельные ресурсы, демографический кризис, агропромышленные предприятия.

Для цитирования: Гусаков Г. Сельское хозяйство: прошлое, настоящее, будущее // Наука и инновации. 2019. №6. С.69–74.
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-6-69-74>

Окончание. Начало в №5 2019 г.

Гордей Гусаков,

заведующий сектором
продовольственной
безопасности
Института системных
исследований в АПК
НАН Беларуси,
кандидат
экономических наук

В мире проведено огромное количество исследований, посвященных сравнению органического (экологически чистого) сельского хозяйства с традиционным. Специалисты пытаются определить неоспоримые преимущества каждого из этих подходов. Так, доля органического сельского хозяйства в мире в стоимостном выражении составляет примерно 2,8%. В то же время доля угодий, задействованных под него, в общем объеме сельскохозяйственных земельных ресурсов составляет примерно 0,4% (сопоставление данных [9] и статистики

о мировом сельском хозяйстве [18]). То есть экономическая отдача органического сельского хозяйства гораздо выше традиционного.

Приверженцы экологически чистого сельхозпроизводства, основанного на принципах органического земледелия, акцентируют внимание на том, что продукция, полученная таким образом, безопасна для здоровья человека и окружающей среды. По этому поводу американский ученый и врач Дена Бравата отмечает, что в ходе исследований по сравнению органических и неорганических продуктов установлено, что, во-первых, в 33% случаев бактерии, содержащиеся в неорганических продуктах, устойчивы к антибиотикам; во-вторых, вероятность содержания в органических продуктах остаточных пестицидов на 30% ниже, однако их содержание в обеих группах было очень незначительным [8, 14]. В свою очередь противники данного направления, например исследователи университета Миннесоты, отмечают, что вероятность заразиться сальмонеллезом от овощей, выращенных на органическом поле, в 3–5 раз выше, чем от овощей традиционного земледелия [13].

Многие специалисты склоняются к тому, что экологически чистое сельское хозяйство значительно уступает традиционному в урожайности с единицы площади земли [11, 19, 20]. Кроме того, для производства сопоставимого с традиционным земледелием объема продукции органическому нужно значительно больше площадей [21]. К органической форме производства прибегают чаще в хозяйствах, главным образом нацеленных на получение кормов [11]. Кроме того, согласно позиции известных ученых, если повсеместно перейти на органическую систему земледелия, то свыше 3 млрд чел. останутся без продуктов питания [1].

Альтернативой возврату к экологически чистому сельскому хозяйству может стать зеленая революция 2.0. Напомним, что результатом первой зеленой революции стал значительный рост урожайности в различных регионах мира, однако он был

<https://irei.com/real-assets-adviser/>

недостаточно эффективным. Поэтому в настоящее время остаются актуальными задачи по увеличению урожайности посредством внедрения новых технологий. Активно проводятся научные исследования для минимизации негативных или неполных эффектов. Широко используются технологии направленной селекции ДНК-маркеров, быстро развивается междисциплинарная агроэкология, изучаются возможности замещения вредоносных компонентов в уже применяемых технологиях, а также предлагаются абсолютно новые, основанные на инновационных платформах и результатах научных открытий и пр. [16].

Не стоит забывать и об угрозах, исходящих от микробиоты. Примером может послужить современное свиноводство, многие хозяйства столкнулись с проблемой африканской чумы свиней. Эта ситуация вынудила фермеров большинства стран отказаться от свиноводческих комплексов открытого типа в пользу содержания с частичной изоляцией

от внешней среды. Также существует огромное количество типов вирусов растений, способных существенно снизить урожайность. Одним из методов решения проблемы стало производство в лабораторных условиях такого посевного материала, в котором вирусы долгое время не смогут проявлять активность. К промышленному использованию предлагаются технологии, повышающие эффективность усвоения растениями вносимых удобрений, а также технологии по частичному замещению синтетических средств защиты растений биологическими альтернативами. Так, широкую известность приобрели микроорганизмы, эффективные для растениеводства. Это свободные азотфиксирующие и фосфатмобилизующие бактерии, антагонистические микроорганизмы, биоинсектициды.

Кроме того, в научной литературе и средствах массовой информации представлены исследования Иллинойского университета (США), в которых отмечается, что фермент генома стандартного растения RuBisCO в процессе фотосинтеза примерно в 20% случаев использует кислород вместо углекислого газа. При этом образуется токсичное для растений соединение, оказывающее негативное влияние на его рост и развитие. Ученые предложили альтернативные укороченные маршруты фотодыхания и внедрили их при помощи генетических конструкций. В результате было установлено, что модифицированные растения развиваются быстрее обычных и их биомасса на 40% больше. Поэтому в перспективе планируется испытать эту технологию на различных сельскохозяйственных культурах [15]. Однако реализация подобных инноваций на практике потребует дополнительного изучения и согласования с регулирующими органами, что может затянуться на десятки лет.

Еще один пример – производство синтетических продуктов питания, в частности так называемого мяса из пробирки. В проводимых исследованиях отмечается, что при создании искусственного мяса используется на 95% меньше земли, на 74% – воды, на 87% сокращается выброс парниковых газов [6].

Технологии производства синтетических продуктов питания аналогичны перспективному биоинженерному, например по выращиванию биологических донорских органов и тканей, интенсивное развитие которых ожидается в медицине в будущем.

Таким образом, можно предположить, что реализация Зеленой революции 2.0 не просто потребует модернизации имеющейся материально-технической

базы, но и приведет к созданию крупных кооперативно-интеграционных формирований с высокой долей применения инноваций, основанных на межотраслевом взаимодействии, для этого нужна более тесная связь триады бизнеса, науки и государства.

Разработка новых технологий производства продуктов питания будущего подразумевает активное использование биотехнологий, в том числе их основных инструментов – био- и генетической инженерии. Уже сегодня посевы генетически модифицированных культур в мире составляют более 12% от всех посевных площадей. Специалисты утверждают, что с момента появления ГМО в 1996 г. по 2015 г. в странах, возделывающих трансгенные культуры, таких как США, Канада, Бразилия, Аргентина, Индия и др., прибыль от растениеводства увеличилась на 52%, значительно повысилась урожайность [5].

Вместе с новыми достижениями в обществе растет страх перед трансгенными продуктами, постепенно завоевывающими мировой рынок. Однако если обратиться к истории данной проблемы, становится ясно, что гибриды («мутанты»), вызывающие страх у потребителей сегодня, используются в сельском хозяйстве уже более ста лет. Многие сорта пшеницы были получены с помощью искусственного мутагенеза еще в начале прошлого века. Хорошо знакомой всем клубники не существовало в природе – это искусственно созданный октоплоид, в котором собрано четыре различных генома [5].

Селекция – очень длительный процесс, в результате которого формируется либо новый сорт, либо гибрид первого поколения – более урожайный, устойчивый к заболеваниям и стрессам и пр. На это уходят десятки лет, и в итоге лишь один из тысячи перспективных образцов попадает в систему государственного реестра. Для генных инженеров достаточно всего год-два, чтобы получить нужный результат. При этом в качестве объектов для вставки генов с новыми признаками используются самые высокотехнологичные сорта и гибриды, выведенные селекционерами. То есть селекция и генетическая инженерия – звенья одной цепи. По этому поводу заведующий кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений РГАУ МСХА им. Тимирязева доктор сельскохозяйственных наук С. Г. Монахос говорит так: «...все биотехнологии в растениеводстве направлены на то, чтобы либо ускорить селекцию, либо усовершенствовать ее» [5].

Противники данных технологий считают, что ГМО представляет реальную угрозу для человека.

Президент российской общественной некоммерческой организации «Общенациональная ассоциация генетической безопасности» (ОАГБ) А. С. Баранов отмечает, что внедрение в уже существующий генетический аппарат несвойственных генов или генных комплексов ведет к нарушению работы всего генома, адаптированного в процессе эволюции [5]. Более того, на протяжении последних десятилетий в мире проводилось множество различных испытаний воздействия ГМО на лабораторных животных. Некоторые из них потрясли общественность своими крайне негативными результатами. Так, у животных наблюдались явные отклонения в развитии, они были усыпаны раковыми опухолями и пр. Директор ОАГБ Елена Шаройкина акцентирует внимание на том, что ГМО небезвредно, и все большее количество независимых исследований подтверждает негативное воздействие трансгенных продуктов на организм – это бесплодие, онкология, изменение внутренних органов и пр. [5].

Официальная наука, однако, до сих пор не признала ни одного результата подобных экспериментов. Так, выводы ученых – противников ГМО были опровергнуты в силу ряда ошибок, допущенных при их проведении. Например, выяснилось, что объектом некоторых исследований, результаты которых были крайне тревожными, являлись опытные животные как модельный объект для лечения раковых опухолей или других заболеваний (болезни Паркинсона, депрессии, шизофрении и др.), и в этом случае патологии должны были возникать вне зависимости от той еды, которой кормили животных [5]. Ученые утверждают, что в будущем технологии генетической инженерии войдут в рутинную медицинскую практику и позволят эффективно бороться с наследственными, генетическими, онкологическими и прочими заболеваниями. Поэтому многие

представители науки уверены, что трансгенная еда совершенно безвредна в силу того, что перед тем как попасть к конечному потребителю, она подвергается молекулярно-генетическим исследованиям, проходит тесты на биобезопасность на нескольких поколениях различных лабораторных животных. За годы тестирования во Всероссийском НИИ питания не было выявлено ни одного случая негативного влияния трансгенной еды на организм. Кроме того, в Российской Федерации на законодательном уровне обязательной маркировке подлежат продукты питания, доля ГМО в которых превышает 0,9% [5].

Опасно ли в глобальном смысле ГМО или нет, науке еще предстоит выяснить, а обществу принять доказательств. Но уже сейчас подтверждается реальная угроза генетически модифицированных организмов. Например, создавая суперсорта растений, человек посредством перекрестного опыления может получить суперсорняки. Они могут приспособиться к развитию, выживанию и быстрому размножению в трудных для других растений условиях, стать устойчивыми к пестицидам и гербицидам и т.д. Например, борщевик Сосновского широко культивировался в 1950-е гг. как высокопроизводительная силосная культура. С помощью технологий скрещивания за долгие годы экспериментов удалось создать «безалкалоидную» форму растения, однако позже выяснилось, что оно быстро дичает, восполняется эфирными маслами, содержащими фуранокумарины, а также легко проникает в естественные экосистемы и пр.

Еще одной глобальной угрозой является то, что производством генетически модифицированных семян занимаются крупные транснациональные корпорации, контролирующие семенные компании и вытесняющие мелких производителей с традиционных для них рынков. Советник Еврокомиссии по вопросам экономики Джереми Рифкин отмечает: «...Сейчас гены, содержащиеся во многих промышленных видах зерна, запатентованы. То есть

такие компании, как Monsanto и другие, занимающиеся биотехнологиями, контролируют этот рынок. В таких условиях зерно как семенной материал нельзя купить в прямом смысле этого слова, можно выкупить на год лишь право доступа к генетической информации. Вы выращиваете свою кукурузу либо другую культуру, а все, что остается после этого, вам не принадлежит...». Таким образом, крупные компании могут извлекать большие выгоды, в то время как фермеры ввязываются в долги [5]. Более того, уже можно наблюдать потерю продовольственной безопасности ряда стран, зависимых от поставок монополистов, а также политическое влияние посредством продовольственного шантажа.

Как видим, в современном мире подходы к производству продуктов питания представлены достаточным разнообразием альтернатив. И производством продовольственного сырья и готового продовольствия может заниматься далеко не только фермер или крестьянин в традиционном представлении. Это может быть, к примеру, высокотехнологичное предприятие, являющееся звеном в отраслевой цепи и содержащее в своем штате квалифицированных специалистов, обладающих достаточными междисциплинарными знаниями и навыками, с четким регламентом разделения труда. Кроме того, исходя из возможностей интенсификации сельхозпроизводства, утверждение американского философа К. Р. Макконнелла о том, что с одного цветочного горшка невозможно накормить большое количество людей [7], вполне возможно дополнить: но к этому нужно стремиться.

Сопоставив риски и выгоды различных вариантов ведения аграрного бизнеса, следует подчеркнуть, что в современных нестабильных геополитических условиях во избежание шантажа странам (в том числе Беларуси) следует самостоятельно обеспечивать продовольственную безопасность. При этом необходимо учитывать все существующие технологии аграрного производства, а также иметь возможность в ходе научных исследований адаптировать уже известные и развивать новые. Ведь если обратиться к структуре мирового сельского хозяйства, можно заметить, что в нем экологически чистое составляет около 3% и его доля может увеличиваться, высокотехнологичное – около 15% и оно тоже имеет перспективы роста. Сейчас более 80% – это традиционное сельское хозяйство, в котором будут адаптированы многие элементы как экологического, так и высокотехнологического подхода. Таким образом, необходимо использовать

возможность развития всех имеющихся подходов к производству продуктов питания. Иначе, безнадежно отстав от лидеров, можно попасть в продовольственную зависимость.

Несмотря на разнообразие альтернативных подходов к производству продуктов питания, можно выделить следующие общие тенденции, присущие мировому АПК.

Первая: согласно аналитическим прогнозам Forbes, Glassdoor и другим источникам, а также прогнозам ООН относительно профессий будущего [22], мануальная работа автоматизируется, и коснется это в том числе агропромышленного производства.

Вторая: снижение доли занятых в АПК и сельском хозяйстве посредством роботизации и автоматизации приведет к росту производительности труда, относительному увеличению удельных доходов и, как следствие, к повышению престижности сферы, а также минимизирует человеческий фактор.

Третья: интенсификация сельхозпроизводства может положительно повлиять на экологию и биоразнообразие в мире. Ведь согласно докладу Всемирного фонда дикой природы [17], за последние 40 лет Земля уже потеряла около 60% от общего числа млекопитающих (не считая человека), птиц, рыб, рептилий и земноводных. При дальнейшем сохранении тенденции останется только закладывать генетическую информацию о вымирающих или вымерших биологических видах в специализированные банки данных с расчетом на то, что будущие поколения решат проблему наличия и баланса животного и растительного мира планеты. Очевидно, что сохранение и приумножение биологического разнообразия важно. Зачастую природа подсказывает решение многих генетических, биологических и физиологических, поведенческих, механических и других проблем. Например, благодаря естественным природным процессам была побеждена оспа, открыт пенициллин и многое другое. Таким образом, интенсификация сельхозпроизводства (работа над улучшением плодородия почв, применение интенсивных технологий, сокращающих нагрузку на природные ресурсы и экологию и т.п.) позволит рационализировать и перераспределить часть земельных ресурсов, например в пользу дикой природы. Это будет способствовать восполнению биоразнообразия, а также развитию производства экологически чистых продуктов в истинном смысле – заготовки лесных ягод, плодов, грибов, трав и пр.

Четвертая: развитие науки и технологий, в том числе агарных, по следующим перспективным направлениям:

- *применение беспилотных летательных аппаратов (дронов), автономных метеостанций, спутниковых технологий, технологий Интернета вещей, RFID-меток (маркировки) для животных и контрольных растений, датчиков с целью обеспечения потока бесперебойной постоянно обновляемой актуальной информации о состоянии почв, техники и оборудования, окружающей среды, организма животных и контрольных растений и т.п. Подобным образом можно будет оперативно и эффективно выявлять слабо продуктивные (пересушенные или переувлажненные, страдающие от избытка или недостатка удобрений) участки поля, своевременно определять изменения в поведении животных. Все это повысит качество работы зооинженеров, агрономов, механизаторов;*
- *накопление и обработка огромного массива поступающей информации посредством технологий Big Data, Block Chain, искусственного интеллекта, а также создание новых технологий в этой сфере;*
- *повсеместное внедрение геоинформационных систем, отслеживающих данные по обработке земли на каждом конкретном участке поля, способные проводить мониторинг текущего состояния почв. На этой основе будут формироваться базы данных, накапливающие информацию за большой период времени, обработка которой позволит составить прогноз урожайности на несколько этапов вперед, а также выработать план действий, направленный на улучшение плодородия почв и повышение качества экосистемы поля в целом;*
- *внесение комплексных сбалансированных удобрений посредством системы точного земледелия;*
- *развитие биотехнологий и технологий генетической инженерии. Внедрение системы CRISPR, как дополнения существующей полимеразно-цепной реакции, а также разработка новых. Создание адаптированных сортов и гибридов растений к условиям окружающей среды либо замкнутой экосистемы, позволяющей получать кислород и пищевые продукты в автономном режиме и пр.;*
- *развитие морских и аквакультурных ферм, а также полноценных функциональных систем вертикальных ферм в условиях современных мегаполисов;*

- создание новых материалов и применение аддитивных (3D-печать запчастей к технике, строительных материалов) и адаптивных (беспилотная сельхозтехника и т.п.) технологий в аграрной сфере;
- развитие системы здорового и функционального питания с изменяемыми конфигурациями, учитывающими индивидуальные характеристики отдельного потребителя, акцент на безопасность питания;
- развитие институциональных, поведенческих, социально-экономических моделей, устанавливающих связи между технологическим процессом производства продовольствия, функционированием товаропроводящих сетей и потребительским поведением домашних хозяйств с целью оптимизации производства продовольствия и минимизации продовольственных потерь и отходов на каждом этапе;
- отказ от прямого использования ископаемого топлива в пользу экологической электротяги и электроприводов и пр.;
- увеличение потребления энергоресурсов посредством атомной и возобновляемой энергетики, а также поиска новых источников энергии (термоядерный синтез и пр.), в том числе альтернативных;
- разработка новых технологий в области накопления и передачи электроэнергии, беспроводной передачи информации, а также многое другое в соответствии со Стратегией «Наука и технологии: 2018–2040» [12].

Пятая: новые технологии повысят эффективность системы управления агропромышленным комплексом, продовольственной безопасностью, предприятиями, проектами, персоналом, качеством и т.п.; позволят корректировать график работ техники и персонала, обеспечивать оптимальное планирование, контроль и корригирование, вовремя отслеживать изменения и нарушения технологического процесса.

Шестая: повысится значимость кооперативного и интеграционного, междисциплинарного, регионального и международного взаимодействия в сфере АПК и обеспечения продовольственной безопасности.

Итак, проблема как мировой, так и национальной продовольственной безопасности носит комплексный характер, определяющее значение в решении которой принадлежит науке и развитию технологий. Качественное и безопасное продовольствие

в экономическом понимании – это ресурс, который способен удовлетворить первичные потребности, он также необходим для нормальной жизнедеятельности человека в современном обществе. Однако если человечество предполагает развитие международного общества на высоких морально-этических принципах, заложенных в правовых документах Организации Объединенных Наций и других, а также ставит перед собой амбициозные задачи по освоению, например, космоса, уже сейчас необходимо расценивать продовольственные ресурсы с позиции абсолютной доступности (физической и экономической). Продукты питания не должны быть частью спекулятивной системы. Их качество и безопасность должны соответствовать системе международных стандартов, которая также должна развиваться и актуализироваться, а не трактоваться на уровне «религии» [1]. Обеспечение глобальной продовольственной безопасности не должно быть условным. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богдевич И. М. На страже плодородия // Наше сельское хозяйство. 2016. №7. С. 30–35.
2. Гусаков В. Г. Аграрная экономическая наука: становление, развитие, результативность / В. Г. Гусаков, И. В. Шафранская // Весці. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2015. №3. С. 11–20.
3. Гусаков В. Г. Методические основы экономической оценки результатов научных исследований и разработок в АПК / В. Г. Гусаков // Весці Нац. акадэміі навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2008. №2. С. 5–12.
4. Гусаков В. Г. Приоритеты развития аграрной науки в Республике Беларусь / В. Г. Гусаков // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2007. Спецвып. С. 40–43.
5. За гранью. ГМО // Наука: телеканал // https://www.youtube.com/watch?v=cJ8x0p9a_AU.
6. Ксеневиц А. «Невозможный Бургер» покоряет Америку: в искусственное мясо инвестируют Билл Гейтс и Google / А. Ксеневиц // Про бизнес // <https://probusiness.io/style/4450-nevozmozhnnyy-burger-pokoryaet-ameriku-v-iskusstvennoe-myaso-investiruyut-bil-geyts-i-google.html>.
7. Макконнелл К. Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика: учебник; пер. с англ. / К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю. — М., 2003.
8. Ниргард Л. Выводы исследования: органические продукты не полезнее обычных / Л. Ниргард // ИноСМИ.РУ // <https://inosmi.ru/usa/20120908/198806940.html>.
9. Руженкова О. Мировой рынок органических продуктов достиг \$90 млрд долл. / О. Руженкова // AgroXXI: агропром. портал // <https://www.agroxxi.ru/mirovoye-agronovosti/mirovoi-rynok-organicheskikh-produktov-dostig-90-mlrd.html>.
10. Своекоштный П. Похоже на мясо / П. Своекоштный // Полит.ру // <http://polit.ru/article/2013/08/06/beef/>.
11. Серая Т. Заниматься органическим сельским хозяйством в Беларуси можно. Но есть ли смысл? / Т. Серая // WILDLIFE.BY // <https://wildlife.by/ecology/standpoint/%C2%ABZanimatysya%20organicheskim%20selyskim%20hozyaystvom%20v%20Belarusi%20mozno%20No%20est%20li%20smis%20%3F%C2%BB/>.
12. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040» / Нац. акад. наук Беларусі. // http://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018–2040.pdf.
13. Сумлеchnый С. Zubastaya mat'-priroda // Эксперт Online // http://expert.ru/expert/2009/38/zubastaya_mat_priroda/.
14. Brandt M. Little evidence of health benefits from organic foods, study finds / M. Brandt // Stanford Medicine // <https://med.stanford.edu/news/all-news/2012/09/little-evidence-of-health-benefits-from-organic-foods-study-finds.html>.
15. Eisenhut M. Improving crop yield / M. Eisenhut, A. P. M. Weber // Science. 2019. Vol. 363, N6422. P. 32–33.
16. How to feed the world in 2050 // Food and Agriculture Organization of the United Nations // http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf.
17. Living planet report – 2018: aiming higher / ed. M. Grooten, R. E. A. Almond. — Gland: WWF Intern., 2018.
18. Macro Indicators // FAOSTAT // <http://www.fao.org/faostat/en/#data/MK>.
19. Miller H. I. Organic farming is not sustainable / H. I. Miller // Wall Street J. 2014. May 15.
20. Miller H. I. The dirty truth about «organic» / H. I. Miller // Hoover Institution // <https://www.hoover.org/research/dirty-truth-about-organic>.
21. Organic food worse for the climate // Mynewsdesk // <https://www.mynewsdesk.com/uk/chalmers/pressreleases/organic-food-worse-for-the-climate-2813280>.
22. World employment and social outlook: trends 2018 // Intern. Labour. Office. Geneva, 2018.