

МЕТОДЫ УСТОЙЧИВОГО ВЕДЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА**Н. Н. МИНИНА**

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 12.01.2024)

В настоящее время перед сельским хозяйством Республики Беларусь стоит задача повышения устойчивости. Ее актуальность предопределена намеченными целевыми параметрами Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года, а также целевыми индикаторами Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. Устойчивое сельское хозяйство ориентируется на умеренное потребление невозобновляемых ресурсов с учетом воздействия на природу и потребностей будущих поколений. Этот подход предусматривает переход на экономное землепользование, возобновляемые источники энергии и ликвидацию загрязнения окружающей среды.

В статье представлены основные показатели устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь. Анализ данных показателей свидетельствует о достижении достаточно высокого уровня устойчивости аграрного сектора страны.

Автором были выделены и охарактеризованы следующие методы устойчивого ведения растениеводства, в той или иной степени применяемые сельскохозяйственными организациями Республики Беларусь: использование севооборотов; применение орошения; посев покровных культур; минимальная или нулевая обработка почвы; комплексная борьба с сорняками, болезнями и вредителями; органическое земледелие; пермакультура; посев с переменной нормой высева. Расширение практического использования данных методов будет способствовать обеспечению продовольственной безопасности, экономии ресурсов и защиты окружающей среды, повышению уровня жизни людей, занятых сельскохозяйственным производством, и сельского населения в целом и темпов экономического роста.

Данные для точной и надежной аналитики при принятии управленческих решений предоставляют технологии точного земледелия, дистанционного зондирования и анализа данных. Благодаря индивидуальному подходу и набору передовых инструментов указанные технологии позволяют сельскохозяйственным производителям адаптироваться к конкретным условиям производства, способствуя росту устойчивости ведения растениеводства.

Ключевые слова: растениеводство, сельское хозяйство, рационализация, устойчивость, продовольственная безопасность.

Currently, the agriculture of the Republic of Belarus faces the task of increasing sustainability. Its relevance is predetermined by the intended target parameters of the National Strategy for Sustainable Development of the Republic of Belarus until 2035, as well as the target indicators of the State Program "Agricultural Business" for 2021–2025. Sustainable agriculture focuses on moderate consumption of non-renewable resources, taking into account the impact on nature and the needs of future generations. This approach involves a transition to economical land use, renewable energy sources and the elimination of environmental pollution.

The article presents the main indicators of the sustainability of agriculture in the Republic of Belarus. Analysis of these indicators indicates that the country's agricultural sector has achieved a fairly high level of sustainability.

The author has identified and characterized the following methods of sustainable crop production, used to one degree or another by agricultural organizations of the Republic of Belarus: the use of crop rotations; application of irrigation; sowing cover crops; minimal or no tillage; integrated control of weeds, diseases and pests; organic farming; permaculture; sowing with variable seeding rates. Expanding the practical use of these methods will help ensure food security, save resources and protect the environment, improve the living standards of people engaged in agricultural production and the rural population in general, and the rate of economic growth.

Data for accurate and reliable analytics for making management decisions are provided by precision agriculture, remote sensing and data analytics technologies. Thanks to a personalized approach and a set of advanced tools, these technologies allow agricultural producers to adapt to specific production conditions, contributing to the growth of sustainable crop production.

Key words: crop production, agriculture, rationalization, sustainability, food security.

Введение

Утвердив в 2015 году Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, включающую 17 целей в области устойчивого развития и 169 соответствующих задач, мировое сообщество в очередной раз подтвердило свою приверженность этой важной теме. Обязательства обеспечить устойчивый, всеохватный и поступательный экономический рост, социальную интеграцию и защиту окружающей среды, намереваясь достичь их, находясь в партнерстве и в условиях мира, взяли 193 государства-члена ООН, в том числе Республика Беларусь [1].

В научной литературе проблеме устойчивости организаций уделяется значительное внимание. При этом основной акцент нередко сделан на экономической составляющей устойчивости [2].

Цель исследования – охарактеризовать методы устойчивого ведения растениеводства сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь.

Основная часть

Применялись общенаучные и частные методы исследования, работы отечественных и зарубежных ученых, данные ФАО и Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Концепция устойчивого развития заключается в обеспечении стабильного непрерывного производства и его роста при сохранении достаточного количества ресурсов для будущего. Основные цели устойчивого сельского хозяйства: обеспечение продовольственной безопасности в настоящее время и в будущем; сохранение и повышение плодородия почвы и поощрение биоразнообразия; улучшение экологических условий и предотвращение загрязнения; экономия невозобновляемых ресурсов; поддержка экономического развития сельских районов; повышение качества здоровья и уровня жизни людей, занятых сельскохозяйственным производством, и сельского населения в целом; повышение экологической осведомленности и ответственности людей.

С 2020 г. по 2021 г. уровень умеренного или острого отсутствия продовольственной безопасности в Республике Беларусь снизился с 1,22 % до 0,712 %.

Анализ показателей, приведенных в табл. 1, 2, свидетельствует о достижении достаточно высокого уровня устойчивости сельского хозяйства Беларуси.

Таблица 1. Основные показатели устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь за 2017–2022 гг.

Показатели	Годы					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Количество генетических ресурсов, предназначенных для производства продовольствия и сельского хозяйства, которые хранятся на специальных объектах либо среднесрочно, либо долгосрочного хранения, ед.:						
ресурсов растительного происхождения	29800	38406	41089	43965	46722	49420
ресурсов зоологического происхождения	21100	21105	24594	25377	28980	28200
Индекс ориентированности на сельское хозяйство, определяемый по структуре государственных расходов	0,8	0,8	0,9	0,7	1	0,9
Доля сельского хозяйства в государственных расходах, %	4,98	4,54	5,21	4,69	5,21	
Доля добавленной стоимости сельского хозяйства в ВВП, %	7,57	6,59	6,79	7,08	6,8	
Индекс аномалий цен на продовольствие (IFPA) по индексу потребительских цен на продовольствие	0,18	-0,18	0,14	-0,35	0,14	
Индекс аномалий цен на зерно пшеницы (IFPA) в разбивке по видам продуктов	0,3	-0,1	0,4	-0,42	-0,61	
Эффективность водопользования в сельском хозяйстве, долларов США/м ³			0,1	0,1		
Уровень дефицита воды в сельском хозяйстве, %	1,42	1,37	1,21	1,21		
Ежегодный темп роста реального ВВП на душу населения, %	102,6	103,3	101,6	99,7	103,2	96,1
Ежегодный темп роста реального ВВП на каждого занятого, %	103,7	103,5	101,5	99,6	103,2	96,8
Доля затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в ВВП, %	0,58	0,60	0,58	0,54	0,46	0,48
Доля площадей земель, подверженных различным видам деградации почв, %:						
республика	9,8	9,6	9,5	9,4	9,4	9,2
сельскохозяйственные земли, подверженные водной и ветровой эрозии	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
сельскохозяйственные земли, подвергшиеся радиоактивному загрязнению	4,5	4,2	4,1	4	4	3,8
земли с деградированными торфяными почвами	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
земли, загрязненные радионуклидами, выбывшие из сельскохозяйственного оборота	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Объем финансирования мероприятий, направленных на регулирование распространения и численности инвазивных растений, тыс. долларов США:						
республика		478,4	811,1	735,2	823,0	872,4
республиканский бюджет		10,2	9,5	7,8	11,0	10,6
местный бюджет		468,1	801,6	727,4	812,0	861,8

Примечание: Составлено автором на основе данных ФАО и Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Таблица 2. Показатели устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь за 2021 г.

Показатели	2021 г.
Доля сельскохозяйственных площадей, занятых продуктивным и устойчивым сельским хозяйством, %	62
Доля площади сельскохозяйственных угодий, на которой достигнут приемлемый или желаемый уровень, %:	
стоимости сельскохозяйственной продукции на гектар	62
продовольственной безопасности	62
внесения удобрений	100
обращения с пестицидами	100
чистого дохода фермерского хозяйства	96
механизмов снижения рисков	100
деградации почв	100
использования методов, поддерживающих агробиоразнообразие	100
вариации водообеспеченности	100
заработной платы в сельском хозяйстве	100

Примечание: Составлено автором на основе данных ФАО и Национального статистического комитета Республики Беларусь.

К методам устойчивого ведения растениеводства относятся следующие: использование севооборотов; применение орошения; посев покровных культур; минимальная, или нулевая, обработка поч-

вы; комплексная борьба с сорняками, болезнями и вредителями; органическое земледелие; пермакультура; посев с переменной нормой высева. Рассмотрим данные методы более подробно.

1. Севооборот сводит к минимуму уплотнение почвы благодаря растениям с различными корневыми системами; повышает содержание органических веществ и стимулирует активность микрофлоры почвы; снижает уровень истощения почвы; помогает в борьбе с вредителями и болезнями культур и способствует сокращению применения средств защиты растений; при применении азотфиксирующих растений насыщает почву азотом без уменьшения содержания в ней полезных бактерий и риска ухудшения процесса воспроизводства почвы, в отличие от применения азотных удобрений; способствует росту урожайности культур; снижает риски ведения сельского хозяйства.

2. Устойчивое развитие направлено на удовлетворение потребностей растений в увлажнении при одновременной оптимизации потребления энергии и воды. Дождевальное и капельное орошение хорошо работают в сельском хозяйстве для удовлетворения потребностей различных типов почв и сортов культур, а орошение с переменной скоростью еще больше повышает эффективность сельского хозяйства, позволяя точно управлять циклами полива. Использование дождевой воды (сбор во время выпадения осадков и хранение ее для последующего применения) снижает зависимость от внешних поставок и помогает уменьшить нагрузку на водоемы и водоносные горизонты. Посадка засухоустойчивых и местных культур, севооборот помогают продвигать устойчивое использование воды в сельском хозяйстве и минимизировать последствия засухи для растений. Благодаря применению современных информационных технологий становятся доступными сведения о влажности почвы, вегетационный индекс, показывающий содержание влаги в растениях, историческая аналитика и прогноз погоды, что позволяет корректировать график полива. Точное орошение также обеспечивает растения питательными веществами, когда полив сочетается с внесением удобрений (при фертигации).

3. Посев покровных культур в межсезонье способствует защите полей от сорных растений, вредителей и эрозии почв, сохранению влаги в почве, накоплению органического вещества и азота при использовании покровных культур в качестве сидерата и снижению таким образом затрат на удобрения, а при цветении покровные культуры поддерживают популяцию пчел и других насекомых-опылителей.

Густые покровные насаждения физически замедляют скорость капель воды до того, как они соприкоснутся с поверхностью почвы, предотвращая вымывание питательных веществ в более глубокие слои почвы и эрозионный поверхностный сток. Обширные корневые сети покровных культур помогают закрепить почву на месте, увеличить ее пористость, создавая подходящую среду обитания для почвенной макрофауны. Покровные культуры также повышают активность почвенных микробов. Это способствует обогащению почвы в течение нескольких следующих лет.

Биологическая азотфиксация является альтернативой промышленной азотфиксации в попытке сохранить или увеличить будущие уровни производства продуктов питания. Кроме того, в отличие от промышленной, биологическая азотфиксация лишена такого недостатка, как попадание азотных удобрений в водные пути, ведущего к эвтрофикации (росту биологической продуктивности водоема вследствие насыщения биогенными элементами), последующей гипоксии (кислородному истощению) больших водоемов и, следовательно, к истощению и отмиранию обитающей в водоемах флоры и фауны, ухудшению химического состава воды и вымирания экосистемы водоемов.

Перед уборкой в покровных культурах содержится значительное количество влаги. Когда их заделывают в почву или оставляют на поверхности почвы, влажность почвы увеличивается. В то же время, в регионах с умеренным климатом, особенно в годы с количеством осадков ниже среднего уровня, покровные культуры могут истощать запасы воды в почве весной. Покровные культуры подавляют сорняки как время роста и после гибели. Применение покровных культур позволяет сократить рост сорняков на 99 %. Некоторые покровные культуры, например, горчица, подавляют популяции грибковых заболеваний за счет выделения природных токсичных химических веществ. Другие покровные культуры могут использоваться в качестве «культур-ловушек», чтобы отвлечь вредителей от ценных товарных культур и направить их к тем покровным культурам, которые вредитель считает более благоприятной средой обитания. Пример – посев после зерновых культур редьки или горчицы белой [3].

4. При нулевой обработке почва не обрабатывается, а ее поверхность укрывается измельченными остатками растений – мульчей. Посев осуществляется в растительные остатки [4].

При минимальной обработке почвы хозяйства выполняется неглубокая обработка почвы для ее подготовки к посеву. В отличие от традиционной обработки почвы, которая может включать несколько проходов по полю и глубокую обработку для подготовки почвы, минимальная обработка почвы обычно включает один или два прохода, что снижает затраты на топливо и рабочую силу. Минимизация обработки достигается: высокой технической оснащенностью предприятия комбиниро-

ванными почвообрабатывающими и посевными агрегатами, совмещающими до 4–5 технологических операций в одном рабочем процессе; сокращением числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок в севооборотах на плодородных почвах с благоприятными агрофизическими свойствами при условии использования по мере необходимости гербицидов; заменой глубоких основных обработок поверхностными и мелкими под некоторые культуры севооборота (например, зерновые).

Минимальная и нулевая обработка почвы, в отличие от обычной вспашки в традиционном земледелии, имеют преимущества: обеспечивают сохранение влаги; предотвращают переуплотнение почвы (уплотнение снижает, например, полевую всхожесть семян озимой пшеницы на 25 % и урожайность на 12–30 %); содействуют активизации микрофлоры грунта и являются базисом для воспроизводства плодородного пласта почвы и дальнейшего роста урожайности; сокращают время работы, затраты труда и расход горючего (при обычной технологии возделывания культур на обработку приходится до 25 % трудовых и 40 % энергетических затрат); предотвращают ветровую и водную эрозию; способствуют экономической и экологической стабильности [5].

В то же время минимальная и нулевая обработка почвы имеют недостатки: могут способствовать росту засоренности посевов (могут сохраняться семена сорняков); давления болезней и вредителей (растительные остатки могут служить средой обитания этих организмов); уплотнению почвы со временем (с увеличением мощности тракторов, при чрезмерном использовании тяжелой техники); повышению уровня влажности почвы (в дождливые периоды растительные остатки могут способствовать удержанию влаги в почве и в итоге распространению болезней и вредителей); временному снижению плодородия почвы (растительным остаткам требуется время для разложения). Чтобы избежать этого, необходимо применение дополнительных мер по борьбе с указанными негативными факторами: использование покровных культур, севооборота или применение гербицидов для борьбы с сорняками; применение севооборота, устойчивых сортов или мониторинг вредителей для борьбы с болезнями и вредителями; аэрация почвы, периодическое глубокое рыхление или посев покровных культур для предотвращения или устранения уплотнения почвы; управление водными ресурсами по мере необходимости для поддержания оптимального роста культур; увеличение доз внесения удобрений, применение дополнительных почвенных добавок для поддержания оптимального уровня плодородия почвы.

5. Роль интегрированной системы защиты растений в устойчивом сельском хозяйстве заключается в минимизации вреда для людей и природы в целом за счет отказа от химических веществ и внедрения экологически чистых методов. Устойчивые стратегии борьбы с сорняками, болезнями и вредителями включают: использование энтомофагов (божьих коровок для уничтожения тли, домашней птицы после сбора урожая для поедания вредителей, их личинок и яиц); выбор сроков посадки (растения, посеянные в благоприятные сроки, менее подвержены вредителям или достаточно сильны, чтобы противостоять им, а слишком ранняя посадка может привести к развитию корневых гнилей из-за чрезмерной влажности почвы); скашивание сорняков сразу после цветения, но до образования семян для предотвращения появления новых поколений сорняков; нагревание или пропаривание почвы для борьбы с вредителями, их яйцами и личинками, патогенами и семенами сорняков; использование натуральных или синтетических химических веществ для отпугивания или искоренения вредителей; применение устойчивых видов культур, покровных культур; ручную и механическую прополку; использование насекомых и птиц для уничтожения сорняков, аллелопатии определенных растений (их свойства выделять химические соединения, которые тормозят или подавляют развитие других растений); севообороты и другие меры контроля в органическом земледелии.

Для того чтобы сохранить энтомофагов в природе, необходимо проводить работу по улучшению фитосанитарного состояния агроландшафта: расширять площади и видовой состав энтомофильных культур, возделываемых в хозяйствах: рапс, сидераты, многолетние травы и др.; обеспечивать в структуре посевных площадей не менее 37–40 % пропашных культур (кукуруза, сахарная свекла, кормовые корнеплоды, картофель и др.); осуществлять посев нектароносных растений вокруг поля; размещать посевы энтомофильных культур в виде полос шириной не менее 250 м, чередуя их с посевами сельскохозяйственных культур; выполнять посев многолетних трав (бобово-злаковых смесей, клевера, люцерны и др.) на отдельных участках или вдоль лесополос; обеспечивать наличие естественных стадий дикорастущего цветущего разнотравья, шлейфовых лесополос, обочин полей [6].

6. Органическое земледелие. Специалисты по устойчивому развитию вместо химических удобрений и пестицидов используют биологические средства защиты, азотфиксирующие растения, животные и растительные отходы в качестве удобрений, различные приемы обработки почвы, эффект севооборотов для восстановления почвы и борьбы с вредителями и болезнями [7]. Низкие темпы развития органического, в том числе пермакультурного, сельского хозяйства обусловлены высокими затратами

по созданию необходимой инфраструктуры и ограниченностью спроса на дорогое продовольствие. Продукция органического земледелия дороже обычных продуктов питания на 50–650 % [8].

7. Пермакультура – подход к проектированию окружающего пространства и система ведения сельского хозяйства, основанные на взаимосвязях естественных экосистем. Пермакультура как направление развития органического земледелия предполагает создание замкнутой самофункционирующей системы производства сельскохозяйственной продукции, в которой используются современная наука и техника и традиционные методы ведения сельского хозяйства. Наиболее распространена пермакультура Хольцера. Она включает: создание террас на склонах холмов, оборудованных канавой для хранения гумуса; применение приподнятых грядок из громоздких материалов; оптимизация естественных моделей поведения животных и использование их для сокращения труда человека и машины; применение сидератов без уборки их осенью и использование естественного загнивания растений и др. [8]. Принципы создания симбиотической агрокультуры: совместимость растений; корнеоборот; выращивание растений в уплотненных и смешанных посевах; компостирование в высоких холмистых грядках; запуск почвенного биоконсорциума; мульчирование; выращивание по дернине, по целине, без глубокой почвообработки; микроклимат, солнечные ловушки; биологическая защита, использование растений с бактериальными и фунгицидными свойствами; накопители тепла, ветрозащита [9].

8. Посев с переменной нормой высева – это технология точного земледелия, которая позволяет регулировать норму высева в соответствии с изменчивостью рельефа, свойств почвы, метеорологических условий и иных факторов. Минеральные удобрения распределяются в соответствии с особенностями рельефа: на горизонтальных участках – более равномерно, а с возвышенностей они переносятся на более низкие участки рельефа, что способствует увеличению растительности на последних. Уменьшение нормы высева на участках со сниженными характеристиками урожайности увеличивает площадь питания растений, что помогает достичь урожайности, близкой к средней по полю. Данная технология использует аналитику спутниковых снимков и позволяет экономить на эксплуатационных расходах, таких как стоимость удобрений, средств защиты растений, семян и воды.

Заключение

Проведенный автором анализ показателей устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь свидетельствует о достижении достаточно высокого уровня устойчивости аграрного сектора страны.

Расширение практического использования методов устойчивого ведения растениеводства будет способствовать обеспечению продовольственной безопасности, экономии ресурсов и защиты окружающей среды, повышению уровня жизни сельского населения и темпов экономического роста.

В настоящее время достижения в области точного земледелия, дистанционного зондирования и анализа данных предоставляют новые инструменты и технологии для оптимизации управления ресурсами в сельском хозяйстве. Благодаря индивидуальному подходу и набору передовых инструментов эти технологии позволяют сельскохозяйственным производителям адаптироваться к конкретным условиям производства, способствуя росту устойчивости ведения растениеводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожная карта Национального статистического комитета Республики Беларусь по разработке статистики по Целям устойчивого развития. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2023. – 127 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 05.01.2024.

2. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.

3. Покровная культура // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

4. Система нулевой обработки почвы // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

5. Минимальная обработка почвы // Агрономия, земледелие, сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universityagro.ru>. – Дата доступа: 05.01.2024.

6. Можейко, О. Особенности применения энтомофагов на полевых культурах / О. Можейко // Главагроном [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavagronom.ru>. – Дата доступа: 05.01.2024.

7. Органическое сельское хозяйство // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

8. Пермакультура Хольцера // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

9. Пермакультура // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.