

УДК 631.5:338.43:631.95

А.Ч. СКИРУХА, канд. с.-х. наук,
заведующий лабораторией севооборотов¹

А.П. ГВОЗДОВ, канд. с.-х. наук,
заведующий отделом систем земледелия и семеноводства¹

Л.А. БУЛАВИН, доктор с.-х. наук, профессор,
ведущий научный сотрудник отдела систем
земледелия и семеноводства¹

¹РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь

О.В. НИЛОВА, канд. с.-х. наук, доцент,
начальник отдела науки и международных отношений²

В.С. ФИЛИПЕНКО, канд. экон. наук,
доцент кафедры экономики и бизнеса²

²Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Статья поступила 4 октября 2019г.

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЭКОНОМИКИ И ЭКОЛОГИИ

Показаны особенности различных систем земледелия, применяемых в процессе производства сельскохозяйственной продукции. Разнообразие их обусловлено неодинаковыми задачами, которые ставятся в процессе аграрного производства, и почвенно-климатическими условиями его функционирования. В условиях Беларуси наибольший интерес для ресурсосбережения и экологизации производства имеет концепция адаптивной интенсификации, получившая дальнейшее развитие в виде адаптивно-ландшафтного и контурно-экологического земледелия. В этом случае создаются условия для оптимального использования природных и техногенных ресурсов, применения природоохранных энергосберегающих технологий, получения в требуемом объеме высококачественной конкурентоспособной продукции и сохранения окружающей среды.

Ключевые слова: земледелие, севооборот, обработка почвы, удобрения, пестициды, нефтепродукты, экономика, экология.

SKIRUKHA Anatoli Ch., Cand. Of Agrical. Sc., Head of the Crop Rotation Laboratory¹

GVOZDOV Alexander P., Cand. Of Agrical. Sc.,
Head Department of Agriculture and Seed Production Systems¹

BULAVIN Leonid A., Doctor of Agrical. Sc., Professor,
Leading Researcher Department of Agriculture and Seed Production Systems¹

¹RUE «Research and Practical Center of National Academy of Sciences of the Republic of Belarus for Arable Farming», Zhodino, Republic of Belarus

NILOVA Olga V., Cand. Of Agrical. Sc., Associate Professor,
Head of the Department of Science and International Relations²

FILIPENKO Vasilij S., Cand. of Econ. Sc., Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Economics and Business²

²Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

AGRICULTURE SYSTEMS AND THEIR FEATURES TAKING INTO ACCOUNT REQUIREMENTS ECONOMY AND ECOLOGY

The features of various farming systems used in the process of agricultural production are shown. Their diversity is due to the unequal tasks that are set in the process of agricultural production and the soil and climatic conditions of its functioning. In Belarus, the concept of adaptive intensification, which has received further development in the form of adaptive-landscape and contour-ecological agriculture, is of greatest interest for resource conservation and greening production. In this case, conditions are created for the optimal use of natural and technogenic resources, the application of environmental energy-saving technologies, obtaining high-quality competitive products in the required volume and the preservation of the environment.

Keywords: *agriculture, crop rotation, tillage, fertilizers, pesticides, petroleum products, economics, ecology.*

Под системой земледелия понимается комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, сохранение и повышение плодородия, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Современные научно-обоснованные системы земледелия охватывают не только пашню, но и все земли, которые можно использовать в сельскохозяйственных целях, обеспечивают высокую продуктивность земли, защиту почвы от водной и ветровой эрозии, экологическую безопасность и охрану окружающей среды от загрязнения пестицидами и удобрениями, создают необходимые условия для труда и жизнедеятельности человека.

Системы земледелия включают следующие основные составляющие:

1. Рациональная структура землепользования с оптимальным соотношением площади пахотных земель, сенокосов и пастбищ;

2. Структура посевных площадей, отвечающая почвенно-климатическим условиям и специализации хозяйств;

3. Система севооборотов, соответствующая установленной структуре посевов, почвенным и организационно-экономическим условиям хозяйства;

4. Система применения удобрений и известкования, соответствующая требованиям возделываемым культурам и почвенным условиям;

5. Система обработки почвы, обеспечивающая благоприятные условия для биологических, физико-химических, физических процессов в почве в целях создания оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных растений;

6. Система защиты культурных растений от сорняков, болезней и вредителей;

7. Система мелиоративных мероприятий по улучшению и использованию избыточно

увлажненных, заболоченных земель, а также закустаренных и завалунных полей;

8. Система мер по борьбе с засухой в засушливых районах и мероприятия по улучшению песчаных почв;

9. Мероприятия по борьбе с водной и ветровой эрозией;

10. Система семеноводства и внедрения взаимодополняющих районированных сортов, различающихся по требованиям к плодородию почвы и отзывчивости на уровень интенсификации земледелия.

Указанные выше элементы системы земледелия составляют единое целое. Они взаимосвязаны, и изменения в одном из них требуют определенной корректировки в остальных.

Для более четкого представления перспектив развития ресурсосберегающего и природоохранного земледелия необходимо знать основные особенности наиболее распространенных в настоящее время систем земледелия, которые различаются по своей зональности и способам восстановления почвенного плодородия, а также по объему использования техногенных средств интенсификации сельскохозяйственного производства. В большинстве развитых стран мира проблема обеспечения населения продуктами питания до недавнего времени решалась в основном за счет традиционного интенсивного сельскохозяйственного производства. Его концентрация и специализация предусматривали возделывание в севооборотах значительного количества однотипных культур. Для подавления сорняков, вредителей и болезней, накопление которых обычно отмечается в упрощенных севооборотах, применялась интенсивная обработка почвы, включающая, как правило, вспашку под каждую культуру и широкомасштабное использование пестицидов. Высокие и стабильные урожаи формируются за счет применения повышенных доз удобрений, причем их часто вно-

сят в запас для поддержания высокого уровня почвенного плодородия. Влияние минеральных удобрений на урожайность кормовых культур проанализировано по Брестской области и изображено на рисунках 1 и 2.

Установлено, что интенсивные технологии наряду со значительным увеличением продуктивности пашни обладают также определенным негативным действием. Потенциальные возможности биологической системы самоочищения почвы не беспредельны. При сильной антропогенной нагруз-

ке она исчерпывает свои санитарно-гигиенические функции. В результате остаточные количества агрохимикатов загрязняют почву, грунтовые воды, атмосферу, накапливаются в выращиваемой продукции, ухудшая ее качество, что оказывает отрицательное влияние на состояние здоровья человека [1, с. 39-40].

В Беларуси, по оценке специалистов, в себестоимости сельскохозяйственной продукции до 60% приходится на энергоносители.

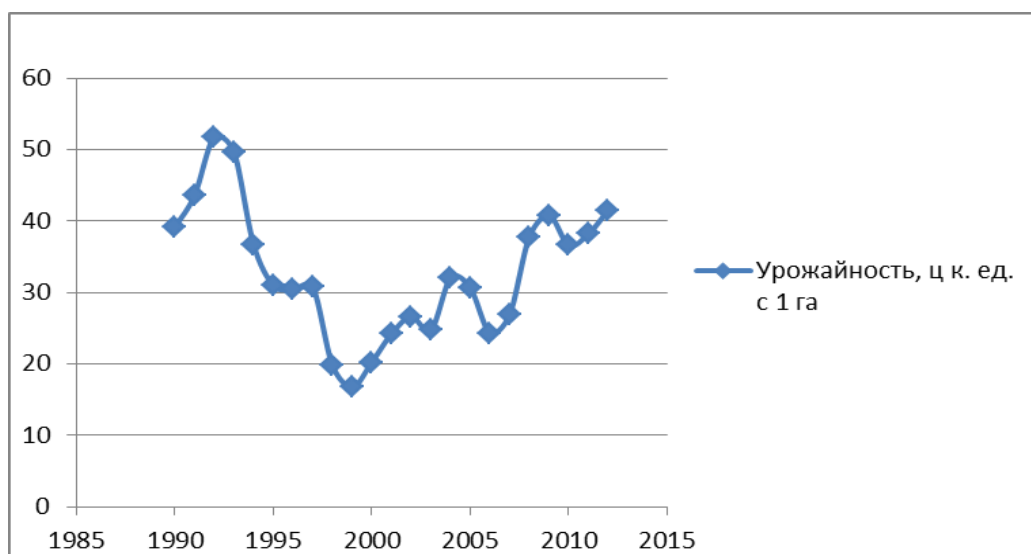


Рисунок 1. – Урожайность кормовых культур, ц к. ед.

Примечание – Источник: собственная разработка

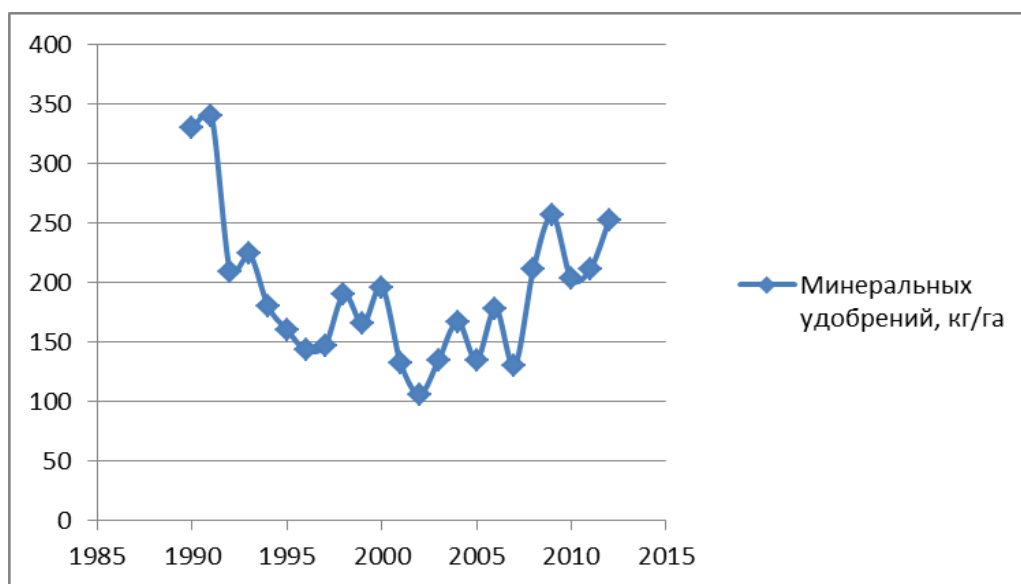


Рисунок 2. – Внесение минеральных удобрений д. в., кг/га

Примечание – Источник: собственная разработка

Использование значительного количества нефтепродуктов при интенсивной и многократной обработке почвы, а также многочисленных проходов агрегатов по полю при внесении средств интенсификации земледелия сопровождается выбросом в атмосферу значительного количества двуокси углерода, являющегося одним из главных разрушителей биосферы [2, с.3-6] и некоторых тяжелых металлов, обладающих канцерогенными свойствами [3, с.139-143].

Постоянное увеличение использования минеральных удобрений и средств защиты растений зачастую является неадекватным стоимости прибавки урожая. В условиях увеличения стоимости энергии это приводит к значительному удорожанию производимой продукции.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что такая интенсивная система земледелия находится в состоянии противоречия с экологией и экономикой. Устранить негативное влияние интенсификации земледелия и получить высококачественную экологически чистую продукцию можно в результате отказа от применения синтетических агрохимикатов, что предусматривает органическое (биологическое) земледелие. Такая система земледелия базируется на экологически обоснованных севооборотах со значительным количеством бобовых культур, накапливающих в почве биологический азот, за счет которого в значительной степени удовлетворяют свои потребности в этом элементе небобовые культуры. Такие севообороты должны быть также максимально насыщены культурами, которые предназначены для использования в качестве зеленого удобрения. Формирование севооборотов в органическом земледелии должно быть направлено на увеличение содержания в почве органического вещества, активизацию почвенных микроорганизмов и оптимальное использование положительного влияния предшественника [4, с.80].

Важнейшее значение в органическом земледелии имеет применение органических удобрений. При этом максимальная их доза ограничивается по содержанию в ней азота в размере не более 110 кг/га д.в. Допускается применение сульфата калия, мягкоземельного фосфорита, алюминиево-кальциевого фосфата и микроудобрений. Для поддержания реакции почвенного раствора в оптимальном интервале в качестве мелиоранта предусматривается использование карбоната кальция и магния натурального происхожде-

ния (доломитовая мука, мел, мергель, известняки) [5, с.67].

Защита растений в органическом земледелии осуществляется за счет правильного севооборота, а также использования биологических препаратов и различных механических приемов [1, с. 54; 4, с.71]. Возделываемые виды и сорта сельскохозяйственных культур должны быть адаптированы к почве и климатическим условиям и быть устойчивыми к поражению болезнями и повреждению вредителями. При этом необходимо отметить, что конкретные почвенно-климатические условия требуют собственных адаптированных к своему региону систем органического земледелия [5, с. 65]. При таком ведении хозяйства получить экологически чистую продукцию с минимальным ущербом для окружающей среды значительно проще по сравнению с традиционным интенсивным земледелием.

Необходимо отметить, что полный отказ от применения синтетических агрохимикатов на современном этапе может привести к снижению продуктивности пашни на 20-50%, что необходимо компенсировать производителю более высокой стоимостью качественной экологически чистой продукции [5, с.68].

В настоящее время выращивание сельскохозяйственной продукции по технологии органического земледелия применяется в 179 странах мира на площади 50,9 млн га. Объем мирового рынка органического земледелия с 2000 г. увеличился в 4,5 раза и на конец 2015 г. составил 81,6 млрд долларов [6], а к 2020 г. в соответствии с прогнозами он возрастет до 200-250 млрд долларов [7, с.5].

Наиболее быстрорастущими сегментами рынка органических продуктов на современном этапе являются овощи и фрукты, молоко и молочные продукты. Стоимость реализации экологически чистой сельскохозяйственной продукции, как правило, в 1,2-2,0 раза выше по сравнению с продукцией традиционного качества [8, с. 13].

Ведущим органическим рынком считается США с объемом в 35,9 млрд долларов. В Германии он составляет 9,5, а во Франции – 6,1 млрд долларов. Страной с наибольшим удельным весом продуктов органического земледелия на продовольственном рынке является Дания, где этот показатель составляет 8,4%. Для сравнения можно отметить, что в России доля органического производства составила в 2015 г. лишь 0,18% общего объема

произведенной сельскохозяйственной продукции [6].

Необходимо отметить, что, по мнению ученых, самый большой риск для здоровья человека представляют не остаточные количества пестицидов и нитратов в продуктах питания, а содержание микотоксинов, которые образуются в результате жизнедеятельности грибов. При органическом земледелии без применения средств защиты растений от болезней создаются все условия для развития фузариозов и в дальнейшем при хранении – образования микотоксинов. При этом следует иметь в виду, что в настоящее время в Беларуси урожайность сельскохозяйственных культур ограничивают не столько агрохимические показатели плодородия почв, сколько неудовлетворительные показатели ее фитосанитарного состояния. Поэтому по указанным выше причинам полный переход к органическому земледелию не может быть приемлемым направлением развития сельского хозяйства в Беларуси [9, с. 76]. У органического земледелия и интенсивного сельского хозяйства должна быть своя ниша с учетом предпочтений потребителей [8, с. 12-13].

Опыт других стран дает основание считать, что органическое земледелие на территории Беларуси будет иметь свои особенности, определяемые экономическими и почвенно-климатическими условиями. В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития

Беларуси до 2030 г. площади земель с органическим земледелием должны составлять в республике 3–4%. Такая система земледелия будет использоваться, прежде всего, для производства детского или диетического питания, а также других видов экологически чистой продукции.

Избежать противоречий между экономической и экологией в сельскохозяйственном производстве можно в результате реализации концепции экологически и экономически обоснованного или «интегрированного» земледелия, в котором одновременно с обеспечением эффективного производства предусматривается охрана окружающей среды. «Интегрированное» земледелие не отказывается от получения высоких урожаев. Оно имеет целью обеспечение условий, достаточных для оптимального роста и развития культурных растений, повышения плодородия почвы и охраны природных ресурсов. Это достигается в результате подбора оптимальных предшественников в севообороте, щадящей обработки почвы и рационального использования органических и минеральных удобрений, которые вносятся с учетом баланса гумуса в почве и выноса элементов питания с урожаем. На примере совхоза им. Кутузова (в настоящее время ОАО «Охово» Пинского района) рассчитан баланс питательных веществ в почве, исследования проводились с 1986 – 1988 гг. (таблица 1).

Таблица 1. – Баланс питательных веществ (NPK) в почве (на примере земель совхоза им. Кутузова в настоящее время ОАО «Охово» Пинского района)

Культура	Валовой сбор, ц	Внесено орг. удобрений, т	В т.ч. ц д.в.			Внесено мин. удобрений, ц д.в.			Всего внесено удобрений, ц д.в.			Вынесено с урожаем, ц д.в.		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Зерновые	32334	3738	42	28	103	942	548	1271	984	576	1374	970	356	905
Картофель	20047	10295	163	103	335	228	84	130	391	187	465	92	34	154
Корнеплоды	32145	5808	92	58	189	228	47	86	320	105	275	161	48	225
Кукуруза на силос	31510	4572	72	46	149	191	43	119	263	89	268	94	41	132
Травы з/масса	107308	595	7	4	16	427	102	545	434	106	561	376	161	483
Сенокосы и пастбища	59614	-	-	-	-	465	42	434	465	42	434	312	107	423
Овощи (открытый грунт)	32113	6242	99	62	203	130	123	205	229	185	408	128	48	145
Итого	-	31250	475	301	995	2611	989	2790	3086	1290	3785	2133	795	2467

Примечание – Источник: собственная разработка на основе данных хозяйства

Показатели баланса отражают пути превращения и расхода питательных веществ минеральных и органических удобрений, долю элементов питания, продуктивно используемую и отчуждаемую растениями из почвы и воспроизводимую за счет органических и минеральных удобрений.

Защита растений проводится в основном агротехническими и биологическими методами, пестициды применяются только с учетом порогов вредоносности. При всех преимуществах этой системы земледелия, ее авторы признают, что и она может приносить только частичный вклад в комплексную экологическую программу. Кроме «интегрированного» земледелия для ее решения необходимы и другие аграрные, ландшафтно-структурные и политические усилия [10, с. 32].

Существенное увеличение стоимости энергоносителей и средств интенсификации сельскохозяйственного производства значительно повысило интерес к дальнейшему поиску резервов, пригодных для разработки малоэнергоёмких и природоохранных технологий. Уменьшить количество энергии, поступающей в сельскохозяйственное производство, можно путем изменения некоторых элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур или внедрения технологий, требующих меньших затрат энергии. Усовершенствованные приемы ведения сельского хозяйства должны способствовать более эффективному использованию энергии, увеличению отдачи от приме-

нения средств интенсификации и снижению на основе этого потребления удобрений и топлива. Необходимо уменьшить также нежелательную зависимость сельскохозяйственного производства от применения пестицидов. Такие технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны находиться в гармонии с природными экосистемами. Это удовлетворит меньшую потребность в техногенной энергии. Использование естественных самоорганизующихся и самоподдерживающихся процессов обеспечит снижение затрат энергии и средств, поступающих в сельскохозяйственное производство.

Несомненный интерес для экологизации сельскохозяйственного производства имеет также концепция «адаптивного» земледелия. Переход к адаптивной, то есть агроэкологически обоснованной стратегии интенсификации земледелия следует считать важнейшим условием гармонизации взаимоотношений природы и общества, перехода последнего к разумному управлению биосферой. В отличие от техногенной интенсификации, предполагающей «замену сил природы» все возрастающими затратами невозполнимой энергии, производство базируется на более эффективном использовании действия сил природы при одновременной минимизации затрат невозполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции (таблица 2).

Таблица 2. – Оценка технологий создания сеяных сенокосов с использованием биологического азота (на землях полевого стационара мелиоративного объекта «Ямно» СПК «Маяк», в настоящее время ОАО «Ласицк» Пинского района)

Показатели	Злаковые травостой	Злаково-бобовые травостой	Злаково-бобовые травостой с последующим подсевом бобовых трав на 3 и 5 году использования
Расход топлива, т	59,8	59,5	65,3
Расход электроэнергии, кВт.ч.	1886	1886	1886
Расход калийных удобрений, т	126,5	128,5	123,5
Расход фосфорных удобрений, т	67,5	67,5	67,5
Расход азотных удобрений, т	132,8	88,2	-
Затраты труда, чел. час	10097	9931	10419
Валовый сбор сухого вещества, т	4500	4500	4500
Затраты совокупной энергии, Мдж	$13,4 \times 10^6$	$12,0 \times 10^6$	$9,9 \times 10^6$
Энергия, аккумулированная в урожае, Мдж	$85,1 \times 10^6$	$85,1 \times 10^6$	$85,1 \times 10^6$
Биоэнергетический коэффициент	6,37	7,06	8,59

Примечание – Источник: собственная разработка на основе данных хозяйства

При разработке стратегии адаптивной интенсификации земледелия необходимо учитывать специфику местных почвенно-климатических и социально-экономических условий, соответствующих исторически сложившимся аграрным традициям. Сельскохозяйственные угодья существенно различаются по своей биоэнергетической производительности. Разные типы почв имеют неодинаковую устойчивость к антропогенной нагрузке и это следует принимать во внимание при разработке технологий. Необходима также разработка и внедрение таких машин и агроприемов, которые позволят уменьшить процессы эрозии и уплотнения почвы, снизить непродуктивные потери удобрений и пестицидов, достигающие 50-80%. Предлагаемая стратегия интенсификации земледелия базируется на экологизации и биологизации интенсификационных процессов. «Уравнительному землепользованию» противопоставляется принцип значительно более дифференцированного использования природных, биологических, техногенных и трудовых ресурсов с целью обеспечения устойчивого роста сельскохозяйственного производства, его ресурсо-энергоэкономичности и природоохранности [11, с. 144-146].

Концепция адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства получила дальнейшее развитие в виде адаптивно-ландшафтного [12, с. 11] и контурно-экологического земледелия (таблица 3).

Адаптивно-ландшафтное земледелие определяется как система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия. В этом случае имеет место дифференциация земледелия в зависимости от вида ландшафта, а не на уровне зоны или провинции, а также в зависимости от уровня интенсификации производства, ресурсообеспеченности и форм организации труда. При таком подходе создаются условия для оптимального, экологически и экономически обоснованного использования природных и техногенных ресурсов, применения природоохранных энергосберегающих технологий, получения высоких и устойчивых урожаев и экологически чистой продукции.

Таблица 3. – Расчет компенсации азотных удобрений азотом бобовых трав (на землях полевого стационара мелиоративного объекта «Ямно» СПК «Маяк», в настоящее время ОАО «Ласицк» Пинского района)

Бобовые культуры		Азотные удобрения	
удельный вес бобовых в злаково-бобовом травостое, %	прирост переваримого протеина, %	Действующее вещество, кг	прирост переваримого протеина, %
10	2,46	30	2,13
20	4,06	60	4,17
30	7,18	90	6,41
40	8,43	120	9,4—11,7
50	11,60		
60	13,70		
70	15,70	150	15,7—16,8
80	17,70	180	22,4—23,9
90	19,60		
100	21,50		

Примечание – Источник: собственная разработка на основе данных хозяйства

Ключевым требованием при этом является разработка такой организации земельной территории и такой системы контурного землепользования, которые бы органично вписывались в природный ландшафт, не ухудшали, а по возможности улучшали его, обеспечивая сбережение ресурсов на основе оптимального сочетания основных угодий – пашни, лугов, леса, зеркала вод и применения экологически обоснованных технологий в сельском хозяйстве [12, с. 11-13].

Решить указанные выше задачи можно в результате формирования по возможности однородных в почвенно-экологическом отношении полей и рабочих участков (контуров), подбора для них сельскохозяйственных культур, в наибольшей степени соответствующих им по пригодности почвы, и осуществления из этих же культур биологически обоснованного их чередования во времени с соблюдением научно-обоснованных принципов плодосмены. Таким образом, если раньше разработка зональных систем земледелия осуществлялась, как и руководство всей хозяйственной деятельностью, по административно-командному принципу «сверху-вниз»: область – район – хозяйство, то при новом подходе к землепользованию эта работа должна проводиться по принципу «снизу-вверх»: поле (участок) – севооборот – хозяйство – район – область. Вместе с тем, в этом случае не исключается возможность координации и централизации с учетом общегосударственных социально-экономических, экологических и других проблем [13, с. 42; 14, с. 16-17].

Переход к адаптивно-ландшафтным системам земледелия предусматривает проведение инвентаризации землепользования для вывода из пашни малопродуктивных земель с последующим их залужением и облесением. На меньшей, но более плодородной части пашни можно эффективнее использовать материально-технические ресурсы и существенно повысить продуктивность и устойчивость земледелия. Малопродуктивные земли имеются в каждом районе Беларуси, но подходить к их выводу следует осторожно и взвешенно [15, с. 21-22].

В наибольшей степени требованиям ресурсосбережения и природоохранности соответствует точное земледелие, которое

активно применяется в США и Европе. Во всех указанных выше системах земледелия выполнение технологических операций базируется на принципе одинаковой однородности плодородия поля и, следовательно, потребности растений, с учетом усредненных данных. Точное земледелие – это управление продуктивностью посевов с учетом локальных особенностей внутри каждого поля. В этом случае предусматривается оптимизация среды произрастания возделываемых культур за счет применения удобрений, семян и средств защиты растений в строгом соответствии с потребностями посевов и неоднородностью полей [16, с. 68]. Это предусматривает оптимальное управление растениями на каждом квадратном метре поля для получения максимальной прибыли при экономии хозяйственных и природных ресурсов. Для этого необходимо использование электронных карт агрофизико-химических показателей почвы каждого участка поля, приборов спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС, робототехнических устройств сельскохозяйственного назначения, современной сельскохозяйственной техники, управляемой бортовым компьютером, приборов точного позиционирования на местности, технических систем, выявляющих неоднородность поля, систем точного управляемого дозирования вносимых веществ, компьютерных программ для отображения анализа данных. Специализированное программное обеспечение заполняет технологическую карту поля с момента сева до уборки, выдавая экономические расчеты и справочную информацию. Это упрощает управление, позволяет принимать адекватные решения и оперативно корректировать ситуацию на полях. Такой подход приводит к экономии удобрений, семян, средств защиты растений, энергоносителей, поскольку задействованы сберегающие технологии. При этом повышается производительность, снижается себестоимость выращиваемой продукции и повышается эффективность хозяйствования [17, с. 37].

Эффективность использования удобрений в точном земледелии повышается на 10-44% в зависимости от степени неоднородности полей [16, с. 68]. Мировой опыт показывает,

что дифференцированное применение удобрений с учетом неоднородности полей увеличивает урожайность зерновых на 8-9%, а дифференцированный посев – на 3,0-5,5%, при существенной экономии материальных средств. В условиях Беларуси технология точного земледелия при возделывании озимого тритикале увеличила урожайность по сравнению с традиционной технологией на 13,2% и уменьшила себестоимость зерна на 26,3% [16, с. 69]. В условиях Голландии внедрение элементов точного земледелия обеспечивало в отдельных случаях увеличение урожайности на 35% при одновременном снижении затрат на минеральные удобрения на 33%, пестициды – 52%.

Статистика мирового опыта свидетельствует о том, что затраты на оборудование точного земледелия окупаются после 2-4 лет его использования. Применение точного земледелия наиболее эффективно в крупных агропредприятиях [17, с. 38].

С учетом всего комплекса социально-экономических факторов и приоритетов современного сельского хозяйства Беларуси, а также значительной стоимости оборудования системы GPS существуют сомнения в целесообразности массового применения систем точного земледелия в Беларуси. В тоже время для отдельных крупных передовых хозяйств некоторые элементы системы точного земледелия могут представлять несомненный интерес [18, с. 18].

В Беларуси к настоящему времени уже накоплен определенный объем информации по вопросам уменьшения расхода основных средств интенсификации в земледелии. Однако это касается, как правило, лишь отдельных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур и не учитывает их взаимосвязи. Системный анализ этой информации с учетом особенностей взаимодействия отдельных элементов, составляющих систему земледелия, позволит уточнить имеющие практическое значение резервы, на основании которых можно без снижения уровня продуктивности пашни добиться сокращения использования в земледелии синтетических минеральных удобрений, пестицидов и нефтепродуктов, что имеет важнейшее значение для производства высококачественной конкурентоспособной продукции и охраны окружающей среды.

Заключение. Основой производства сельскохозяйственной продукции является система земледелия, которая определяет особенности использования пахотных земель и уровень применения техногенных средств интенсификации. Разнообразие систем земледелия обусловлено неодинаковыми задачами, которые ставятся в процессе аграрного производства и почвенно-климатическими условиями его функционирования. Несомненный интерес для ресурсосбережения и экологизации производства в условиях Беларуси имеет концепция адаптивной интенсификации, получившая дальнейшее развитие в виде адаптивно-ландшафтного и контурно-экологического земледелия. В этом случае создаются условия для оптимального, экологически и экономически обоснованного использования природных и техногенных ресурсов, применения природоохранных энергосберегающих технологий, получения в требуемом объеме высококачественной конкурентоспособной продукции и сохранения окружающей среды.

Список использованных источников

1. Кант, Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем (пер. с нем.) / Г. Кант. – М.: Агропромиздат, 1988. – 206 с.
2. Скарапанаў, С. Г. Супярэчлівасць інтэнсіфікацыі сельскагаспадарчай вытворчасці / С. Г. Скарапанаў // Весці ААН Беларусі. – 1993. – № 4. – С. 3-8.
3. Бутовский, Р. О. Автотранспортное загрязнение и энтомофауна / Р. О. Бутовский // Агрохимия. – 1990. – № 4. – С. 139-150.
4. Довбан, К. И. Переход от традиционного к биоорганическому земледелию в Республике Беларусь / К. И. Довбан, В. М. Яцухно // Минск, 2015. – С. 88.
5. Серая, Т. М. Органическое земледелие – особенности, основные требования и экономические аспекты / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, Ю. А. Белявская // Земледелие и защита растений. Приложение к журналу. – 2018. – №2. – С. 65-74.
6. Эко Био Органик. Информационный портал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.Look.Bio/> – Дата доступа: 03.10.2019
7. Органическое сельское хозяйство: устойчивая перспектива. – Минск: Донарит, 2013. – 104 с.
8. Информационное агенство «Светич», газета «Агрожизнь». – №1. – 2014.

9. Серая, Т. М. Преимущества и недостатки ведения биоорганического сельского хозяйства / Т. М. Серая, С. А. Касьянчик, Е. Н. Богатырева // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития. Матер. Межд. научно-практ. конф. / сост. Н. И. Поречина. – Минск: Донарит, 2012. – С. 38-40.
10. Баруфке, В. Интегрированное земледелие / В. Баруфке, Х. Вейничке, Э. Герстенберг; пер. с нем. М. Циптер. – Берлинская организация сельского хозяйства и продовольствия. – М., 1992. – 90 с.
11. Жученко, А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А. А. Жученко. – Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 148 с.
12. Кирюшин, В. И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин. – Пушино, 1993. – 64 с.
13. Никончик, П. И. Оптимизация структуры посевных площадей, организация и ведение контурных почвенно-экологических севооборотов в условиях специализации сельского хозяйства / П. И. Никончик [и др.] // Методические рекомендации. – Минск, 2011. – 68 с.
14. Скируха, А. Ч. Рациональная структура посевных площадей – основа экономической эффективности растениеводства / А. Ч. Скируха // Наше сельское хозяйство. – 2009. – №3. – С. 16-20.
15. Кадыров, М. А. О земледелии, селекции и рациональном хозяйствовании / М. А. Кадыров. – Минск: Несси, 2001. – 160 с.
16. Новицкий, А. И. Точное земледелие для АПК Беларуси от СООО «Белпроагросервис» / А. И. Новицкий // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2014. – № 9 (Агрономия). – С. 68-69.
17. Рябков, В. И. Точное земледелие – прорыв в будущее / В. И. Рябков // Белорусское сельское хозяйство: ежемесячный научно-практический журнал. – 2010. – № 11. – С.37-39.
18. Шваб, Г. Точное земледелие: возможности для Беларуси / Г. Шваб, К. Арндт // Сейбит = Сеятель: журнал о современном аграрном производстве. – 2008. – №2. – С.14-18.
19. М.: Agropromizdat, 1988, 206 p. (In Russian)
20. Skarapanav S.G. Supjarjechlivasc' intjensifikacyi sel'skagaspadarchaj vytvorchasci [The contradictory intensification of agricultural production]. *Vesci AAN Belarusi* [UN News Belarusi], 1993, no 4, pp. 3-8. (in Belarus)
21. Butovsky R.O. Avtotransportnoe zagrzaznenie i jentomofauna [Motor transport pollution and entomofauna]. *Agrohimija* [Agrochemistry], 1990, no. 4, pp. 139-150. (In Russian)
22. Dovban K.I., Yatsuhno V.M. *Perehod ot tradicionnogo k bioorganicheskomu zemledeliju v Respublike Belarus'* [Transition from traditional to bioorganic farming in the Republic of Belarus]. Minsk, 2015, 88 p. (In Russian)
23. Seraya T.M., Bogatyreva E.N., Belyavskaya Yu.A. Organicheskoe zemledelie – osobennosti, osnovnye trebovanija i jekonomicheskie aspekty [Organic farming – features, basic requirements and economic aspects]. *Zemledelie i zashhita rastenij* [Agriculture and Plant Protection], 2018, no. 2, pp. 65-74. (In Russian)
24. *Eco Bio Organic*. Information portal. (In Russian). Available at: <http://www.Look.Bio> (accessed: 03.10.2019)
25. *Organicheskoe sel'skoe hozjajstvo: ustojchivaja perspektiva* [Organic agriculture: a sustainable perspective]. Minsk: Donarit, 2013, 104 p. (In Russian)
26. *Gazeta Agrozhizn* [Agricultural life], 2014, no. 1. (In Russian)
27. Seraya T.M., Kasyanchik S.A., Bogatyreva E.N. Preimushhestva i nedostatki vedenija bioorganicheskogo sel'skogo hozjajstva [Advantages and disadvantages of bioorganic farming]. *Organicheskoe sel'skoe hozjajstvo Belarusi: perspektivy razvitija* [Organic agriculture of Belarus: development prospects]. Minsk, Donarit, 2012, pp 38-40. (In Russian)
28. Barufke V., Veinichke H., Gerstenberg E. *Integrirovannoe zemledelie* [Integrated Agriculture]. Berlin Organization of Agriculture and Food, M., 1992, 90 p.
29. Zhuchenko A.A. *Strategija adaptivnoj intensifikacii sel'skogo hozjajstva (konceptcija)* [The strategy of adaptive intensification of agriculture (concept)]. Pushchino: ONTI PNC RAS, 1994, 148 p. (In Russian)
30. Kiryushin V.I. *Konceptcija adaptivno-landshaftnogo zemledelija* [The concept of adaptive landscape farming]. Pushchino, 1993, 64 p. (In Russian)

References

1. Kant G. *Biologicheskoe rastenievodstvo: vozmozhnosti biologicheskikh agrosistem* [Biological plant growing: possibilities of biological agrosystems] (trans. With German).

13. Nikonchik P.I., Skirukha A.Ch., Usenya A.A. [et al.] Optimizacija struktury posevnyh ploshhadej, organizacija i vedenie konturnyh pochvenno-jekologicheskikh sevooborotov v uslovijah specializacii sel'skogo hozjajstva [Optimization of the structure of cultivated areas, organization and management of contour soil-ecological crop rotation in the conditions of agricultural specialization]. *Metodicheskie rekomendacii* [Methodical recommendations]. Minsk, 2011, 68 p. (In Russian)
14. Skirukha A.Ch. Racional'naja struktura posevnyh ploshhadej – osnova jekonomicheskoj jeffektivnosti rastenievodstva [The rational structure of sown areas is the basis of the economic efficiency of crop production]. *Nashe sel'skoe hozjajstvo* [Our Agriculture], 2009, no. 3, pp.16-20. (In Russian)
15. Kadyrov M.A. *O zemledelii, selekcii i racional'nom hozjajstvovanii* [About agriculture, selection and rational management]. Mn., Nessi, 2001, 160 p. (In Russian)
16. Novitsky A.I. Tochnoe zemledelie dlja APK Belarusi ot SOOO «Belrosagroservis» [Precision farming for the agro-industrial complex of Belarus from Belrosagroservice JLLC]. *Nashe sel'skoe hozjajstvo: zhurnal nastojashhego hozjaina* [Our agriculture: the magazine of the present owner]. 2014, no. 9 (Agronomy), pp. 68-69. (In Russian)
17. Ryabkov V.I. Tochnoe zemledelie – proryv v budushhee [Precision farming – a breakthrough into the future]. *Belorusskoe sel'skoe hozjajstvo* [Belarusian Agriculture], 2010, no. 11, pp. 37-39. (In Russian)
18. Schwab G., Arndt K. Tochnoe zemledelie: vozmozhnosti dlja Belarusi [Precision farming: opportunities for Belarus]. *Sejbit = Sejatel'* [Seibit = Sower], 2008, no. 2, pp.14-18. (In Russian)

Received 4 October 2019