Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Российская академия наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»

Кафедра почвоведения, агрохимиии и лесного дела
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В НАУЧНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

КОЛЛЕКТИВНАЯ МОНОГРАФИЯ

Суздаль
2023

УДК 631.51:631.81:633/635:632:636:638.1:631.3
ББК 40
С 56

Под общей редакцией
Щукина Ивана Михайловича, канд. биол. наук

Рецензенты:
член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук **А.И. Еськов**, кандидат с.-х. наук, доцент **С.В. Кравцов**, (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию), **С.Н. Шевчик** (РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси), **А.И. Балыш** (РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси)

Ответственная за выпуск:
Викулина Е.В., ученый секретарь ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса / Коллективная монография / Федер. гос. бюдж. науч. учреждение «Верхневолжский аграрный научный центр»; [отв. за вып. Е.В.Викулина]. Суздаль, 2023. — 274 с.: ил.

ISBN 978-5-6050465-6-1
DOI 10.51961/9785605046561

Представленные в монографии труды посвящены вопросам, обеспечивающим сохранение и повышение плодородия почв в агроландшафтах, отражают проблемы анализа, мониторинга и трансформации систем земледелия, характер использования земельных ресурсов.

Разделы монографии включают результаты исследований по проблемам разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур, современные селекционные достижения ученых Нечерноземья, Центрально-Черноземной зоны, Северо-Кавказского ФО и других регионов Российской Федерации, стран СНГ.

В материалах коллективной монографии нашли отражение актуальные тенденции развития и организации экономики АПК в различных регионах РФ, современные направления развития животноводства в производственных условиях. Коллективная монография включает работы ведущих специалистов России и стран СНГ, представленные в авторской редакции.

ISBN 978-5-6050465-6-1
9 785605 046561 >

УДК 631.51:631.81:633/635:632:636:638.1:631.3
ББК 40

© ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ, ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АГРОЛАНДШАФТОВ

Винокуров И.Ю. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДОБРЕНИЙ. 7

Гарифуллин И.И. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ И ВЕЛИЧИНЫ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СЛОЁВ ПОЧВЫ И ПЕРИОДОВ ВЕГЕТАЦИИ. 11

Зеников В.И., Беленков А.И. ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ПОЧВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ПБК). 16

Зинченко М.К., Автономова И.Н. ОЦЕНКА РЕАКЦИИ ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ НА УРОВЕНЬ АГРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ АГРОЛАНДШАФТОВ 19

Зинченко С.И., Матюк Н.С., Рыжова Л.Е., Князева И.В. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОД ОВЕС С ПОДСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ 24

Корсикова С.А., Сапожников П.М. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ ЧУВАШИИ ПО КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ 28

Макарычев С.В. ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛУКА РЕПЧАТОГО 34

Макарычев С.В. ВОДНО- И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ДЕКОРАТИВНОЙ СИРЕНИ МАЙЕРА 39

Матюк Н.С., Мазиров М.А., Полин В.Д. МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ ГУМУСА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОКУЛЬТУРИВАНИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ 43

Николаев В.А., Шигрова Л.И., Воронов М.А. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ 48

Петросян Р.Д. ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР) 52

Погорелова В.А., Мельченко А.И., Чернышева Н.В., Мельченко Е.А. НАКОПЛЕНИЕ В ОДНОЛЕТНЕЙ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ^{90}Sr ПРИ ЗАГЛУБЛЕНИИ ЕГО НА 50 СМ В ПОЧВУ ЧЕРНОЗЕМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ . . . 55

Титова В.И., Белоусова Е.Г. КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НАВОЗА ПРОМЫШЛЕННОГО СВИНОВОДСТВА В АГРОЭКОСИСТЕМЕ. 60

Тютюнов С.И., Навольнева Е.В., Навальнев В.В. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ 65

Шехтер К.П., Сапожников П.М. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ 69

АДАПТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И НОВЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЛСЗ

Ахметова А.К., Матюк Н.С., Мазиров М.А., Кияс А.А., Полин В.Д. РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОПТИМИЗАЦИИ БАЛАНСА АЗОТА В ЗЕРНОПРОПАШНЫХ СЕВООБОРОТАХ НЕЧЕРНОЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ И РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН 74

Вихорева Г.В., Шишкина С.В. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА 80

Зинченко С.И., Рыжова Л.Е., Князева И.В. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ КИСЛОТНОСТЬ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ 83

Карашаева А.С., Ивашенков Г.А. ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА 88

Касатиков В.А., Шабардина Н.П. ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА ОСНОВЕ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА И ГОРОДСКИХ ОТХОДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВОЙ КУЛЬТУРЫ 92

Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Никиточкин Д.Н., Смолина Т.В., Морозова Г.Б., Ахриев Х.А., Комиссарова Е.А. ЛЮПИНОЗЛАКОВЫЕ СМЕСИ НА СЕНАЖ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ: АГРОТЕХНОЛОГИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА 97

Матюк Н.С., Рябов Д.А., Мазиров М.А., Полин В.Д. ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ РАЗНЫХ ДОЗ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА 106

Окорков В.В., Окоркова Л.А., Щукина В.И. УДОБРЕНИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ЗАНЯТОМУ ПАРУ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ 111

Полин В.Д., Ананьев А.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГЕРБИЦИДОВ В БОРЬБЕ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ПОСЕВАХ СОИ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ 121

Савоськина О.А., Чебаненко С.И., Гафурова Л.А. ФОРМИРОВАНИЕ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ЯЧМЕНЯ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА 125

Чевердин А.Ю., Сауткина М.Ю., Чевердин Ю.И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАЗОТРОФНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ 131

Чернов О.С. ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕГО КАЧЕСТВО 134

Шаркевич В.В. ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ АГРОЛАНДШАФТНОГО ПОЛЕВОГО СТАЦИОНАРА 140

Эседуллаев С.Т. ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПО СПЕЛОСТИ ТИПОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ 142

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Бабкенова С.А. ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К СЕПТОРИОЗУ НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА 147

Будько А.С. ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ 152

Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д. ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И УСТОЙЧИВОСТИ К БИО- И АБИОСТРЕССОРАМ СРЕДЫ НОВЫХ СОРТОВ ЧЕРЕШНИ ДАГЕСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ 157

Забалуева Д.В., Ерошенко Л.М., Семенова Е.Ю. ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ФГБНУ «ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО ФАНЦ» 161

Клименко А.И., Грабовец А.И., Вошедский Н.Н., Целуйко О.А., Тутарова В.Б. ПАТЕНТЫ НА НОВЫЕ СОРТА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ ФРАНЦ 166

Коробова Н.А., Коробов А.П., Лысенко А.А., Шапошникова Ю.В., Пучкова Е.В. СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА ПО ГОРОХУ НА ДОНУ КАК ВКЛАД В РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ. 172

Новичек А.А., Пилюк Я.Э., Бобко Н.Н. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ РАПСА ОЗИМОГО НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РАСТРЕСКИВАНИЮ СТРУЧКОВ. 176

Пилюк Я.Э., Бобко Н.Н., Новичек А.А., Кулинкович Е.Н. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАСТЕНИЙ РАПСА ОЗИМОГО ЦМС ТИПОВ OGURA И POLIMA И РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПЛОИДНОСТИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКОМ УРОВНЕ 181

Савоськина О.А., Чебаненко С.И., Ибиев Г.З. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ В УСЛОВИЯХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ 186

Сердеров В.К., Атамов Б.К., Сердерова Д.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫСОКОГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ 190

Урбан Э.П., Гордей С.И. СОСТОЯНИЕ, СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ РЖИ (SECALE CEREALE L.) В БЕЛАРУСИ 194

Фенова О.А., Викулина Е.В., Булатова С.А. СОРТ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ВИТАЛИЯ В УСЛОВИЯХ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ 199

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ АПК

Гонова О.В. КОМПЛЕКСНЫЙ ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УЧЕТА ЗАТРАТ В ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА 204

Исаева О.В. МНОГОУКЛАДНОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ: ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ. 215

Каргинова-Губинова В.В., Волков А.Д. ПОВЫШЕНИЕ ПОЛЕЗНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ АПК КАК ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ) 218

Коновалова Л.К., Окорков В.В. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ 224

Лукина В.А. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПОВЫШЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК 228

Малыгин А.А. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА 237

КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА В СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Базылев М.В., Минаков В.Н., Левкин Е.А., Ханчина А.Р., Линьков В.В. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКРУББЕРОВ ДЛЯ ПРЕДДОИЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВЫМЕНИ КОРОВ 248

Голембовский В.В., Пашкова Л.А., Савинов В.В. РОЛЬ ГЕЛИЦЕКУЛЬТУРЫ В РАЗВИТИИ КОНЦЕПЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА 257

Дорохин Н.А. РОСТ И РАЗВИТИЕ СКЕЛЕТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДНЯКА СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ. 263

Милушев Р.К. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА 268

Никитина М.М., Виль Л.Г. ПРОДУКТИВНОСТЬ СИММЕНТАЛЬСКИХ И КРАСНО-ПЕСТРЫХ КОРОВ В ХОЗЯЙСТВАХ ХАКАСИИ 271

УДК 911.52

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДОБРЕНИЙ

И.Ю. Винокуров
ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»
Владимирская обл., Суздальский район, пос. Новый, ул. Центральная, 3
E-mail: i.u.vin@mail.ru

Резюме. *В статье рассматриваются три особенности поведения агроэкосистемы при воздействии на нее удобрений. Первая связана с классической зависимостью продуктивности агроэкосистемы от дозы удобрения. Вторая и третья — с ее аномальным поведением при воздействии органических и минеральных удобрений.*
Abstract. *The article discusses three features of the behavior of the agroecosystem when exposed to fertilizers. The first is related to the classical dependence of the productivity of the agroecosystem on the dose of fertilizer. The second and third – with its abnormal behavior when exposed to organic and mineral fertilizers.,*

Одномерная зависимость продуктивности агроэкосистемы от дозы удобрения представляет собой классическую кривую, которая выходит на плато. Для сельскохозяйственной практики это означает, что увеличение доз удобрений эффективно до выхода на плато. Тогда затраты на удобрения достаточно эффективно окупаются урожаем. В противном случае увеличение доз удобрений экономически невыгодно. Эта одномерная зависимость может использоваться, в основном, для демонстрационных целей.

На практике, когда применяются севообороты, такие графические построения оказываются невозможными. Невозможно выделить плато. В этом случае оказывается полезным определять окупаемость удобрений продуктивностью агроэкосистемы.

В табл. 1 приводится продуктивность шестипольных севооборотов, дозы удобрений и отзывчивость севооборотов к внесению удобрений — их окупаемость продуктивностью [1].

Таблица 1. Продуктивность и отзывчивость севооборотов к внесению минеральных удобрений

№ п/п	1998–2009 гг. Первая и вторая ротации севооборотов			2010–2015 гг. Третья ротация севооборотов		
	Фон удобрений (сумма за ротацию)	Продуктивность з.е., ц/га	Окупаемость, 1 кг д.в.,кг з.е.	Фон удобрений (сумма за ротацию)	Продуктивность з.е. ц/га	Окупаемость, 1 кг д.в. кг з.е.
1	40 т навоза	22,5	–	40 т навоза + N_{30}	23,3	–
	40 т навоза + $N_{100}P_{80}K_{160}$	22,9	33,6	40 т навоза + $N_{120}P_{60}K_{60}$	24,9	51,9
2	40 т навоза + $N_{90}P_{100}K_{160}$	23,0	39,5	40 т навоза + $N_{170}P_{70}K_{70}$	27,3	52,8
	40 т навоза+ $N_{210}P_{150}K_{310}$	24,0	21,6	40 т навоза + $N_{295}P_{145}K_{145}$	27,6	26,3
3	$N_{280}P_{160}K_{455}$	24,3	16,2	$N_{285}P_{225}K_{225}$	27,0	18,6
	$N_{360}P_{230}K_{510}$	25,4	13,8	$N_{365}P_{305}K_{305}$	26,9	16,5

№ п/п	1998–2009 гг. Первая и вторая ротации севооборотов			2010–2015 гг. Третья ротация севооборотов		
	Фон удобрений (сумма за ротацию)	Продуктивность з.е., ц/га	Окупаемость, 1 кг д.в.,кг з.е.	Фон удобрений (сумма за ротацию)	Продуктивность з.е. ц/га	Окупаемость, 1 кг д.в. кг з.е.
4	$N_{380}P_{110}K_{480}$	25,6	15,8	$N_{315}P_{255}K_{255}$	30,0	21,8
	$N_{510}P_{150}K_{575}$	29,4	14,2	$N_{405}P_{345}K_{345}$	31,6	17,3
5	60 т навоза + $N_{340}P_{90}K_{310}$	26,2	21,2	60 т навоза + $N_{280}P_{220}K_{220}$	30,9	25,7
	80 т навоза + $N_{460}P_{100}K_{360}$	30,5	19,8	80 т навоза + $N_{405}P_{315}K_{335}$	33,8	19,2
		НСР 05 0,9-1,8 ц з.е./га			НСР 05 1,3-2,2 ц з.е./га	

Приведенные данные демонстрируют увеличение окупаемости удобрений продуктивностью в третьей ротации севооборотов по сравнению со второй, в которой используются более высокие фоны удобрений. Исходя из полученных результатов, можно условно считать, что севообороты находятся «на плато». Дальнейшее увеличение доз удобрений из-за потери их эффективности нецелесообразно. Исключение составляет пятый — плодосменный севооборот. Для него окупаемость в этом диапазоне доз удобрений не изменяется.

Возможны случаи аномального поведения при воздействии на агроэкосистему как органических, так и минеральных удобрений[1]. Рассмотрим аномальное поведение органических удобрений на примере вермикомпоста (рис. 1). Здесь рассматривается случай, когда не следует намеренно сглаживать полученную зависимость.

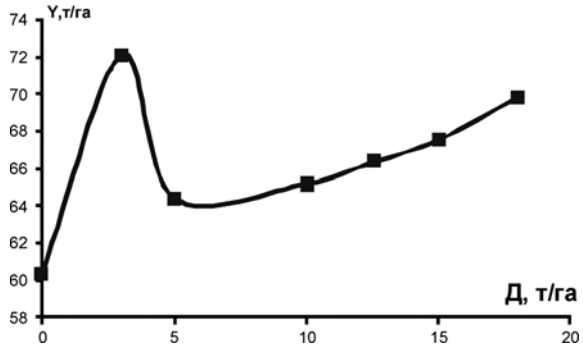


Рис.1. Парадоксальный эффект влияния различных доз вермикомпоста на урожайность ячменя

В научной практике достаточно часто обнаруживаются стремления сглаживать экспериментальные зависимости, подгоняя их к линейному анализу. Достаточно исключить вторую точку от начала координат на рис. 1, чтобы получить почти монотонную зависимость урожайности от дозы. В современной научной практике при использовании системного подхода это недопустимо.

Применение системного подхода к воздействию на агроэкосистемы вермикомпоста состоит во взаимосвязанности различных параметров. Между продуктивностью агроэкосистемы, внесенными дозами удобрений и распространением болезней существует взаимосвязь, обусловленная взаимодействием соответствующих потоков веществ и распространением болезней. Болезни

могут меняться синхронно управляющему фактору и способствовать переходу агроэкосистемы в различные стационарные состояния. Результаты изучения влияния различных доз вермикомпоста на продуктивность и фитопатологические параметры агроэкосистемы приведены в табл. 2.

Таблица 2. Влияние доз вермикомпоста на продуктивность и биологическую эффективность агроэкосистемы

Доза вермикомпоста, т\га	Урожайность ячменя, ц\га	Биологическая эффективность $Б_{эфф.}$, %		
		Корневые гнили	Ринхоспориоз	Темно-бурая пятнистость
3	72,1 (max)	-5,7 (min)	-60 (min)	-60 (min)
5	64,4 (min)	+37,1(max)	+20(max)	+ 40(max)
10	65,2	17,1	0	+ 40
12	66,7	11,4	0	0
15	67,1	8,6	0	0
18	69,8	8,6	0	0

$НСР_{05}$ 3,6 ц/га; ошибка опыта 2,1 %

Отрицательные значения биологической эффективности в табл. 2 означают рост заболеваний растений по сравнению с контролем, а положительные — их уменьшение. Как нами уже отмечалось, влияние доз на продуктивность агрофитоценозов обычно описывается кривой, выходящей на плато. Для вермикомпоста в условиях конкретного стационара это влияние описывается трехфазной кривой (рис. 1). Такое явление, когда обнаруживается сильное воздействие при малых дозах, которое утрачивается при средних и опять восстанавливается при сильных дозах, в биофизике называют парадоксальным эффектом. Этот эффект статистически достоверен, т.к. он значительно превосходит $НСР_{095}$-3,6 ц/га. Следует заметить синхронное поведение по всем параметрам агроэкосистемы при переходе от дозы вермикомпоста 3 т/га к дозе 5 т/га.

Закономерности влияния доз вермикомпоста на продуктивность почвенных систем оказались аналогичны тем, которые установлены для сверхмалых доз биологически активных веществ. Подобные эффекты обнаружены и при изучении стрессового воздействия на растения [2].

Здесь отметим, что феномен синхронности необязательно должен проявиться при любом воздействии различных доз вермикомпоста. Все зависит от степени неравновесности агроэкосистемы, возникающей в процессе ее реабилитации. Применительно для агроэкосистем это означает, что аномальное поведение (рис.1) необязательно должно проявляться во всех случаях. Все зависит от истории поля. Если на поле длительное время использовались большие дозы минеральных удобрений, а затем стала осуществляться биологизация с применением вермикомпоста, то возникает высокая степень неравновесности агроэкосистемы. Создаются объективные условия для аномального поведения агроэкосистем при воздействии на них средств биологизации.

Третий вариант аномального поведения агроэкосистемы связан с воздействием минеральных удобрений. Он рассматривается на основе данных работы [3] для продуктивности овса и ячменя, которые относятся к острозасушливым климатическим условиям 2022 г.

Зависимость продуктивности овса от уровня минеральной интенсификации имеет обычный, а для ячменя аномальный характер (рис. 2). Аналогии прослеживаются и для зависимости числа зерен в метелке овса и колосе ячменя от уровня минеральной интенсификации.

Эти особенности нами связывались со стрессовым поведением растений, обусловленным острозасушливыми климатическими условиями 2022 г.

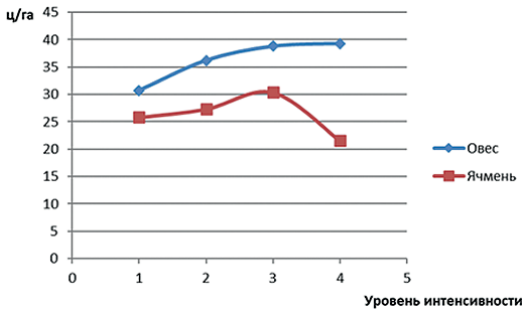


Рис.2. Зависимость продуктивности овса и ячменя от уровня минеральной интенсификации

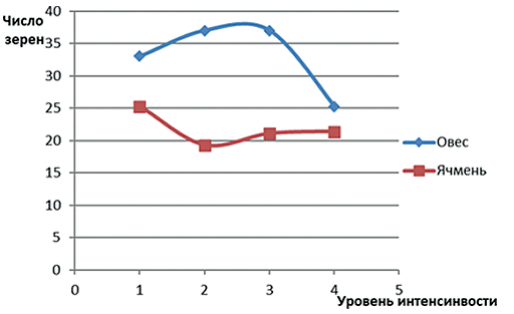


Рис.3. Зависимость числа зерен в метелке овса и колосе ячменя от уровня минеральной интенсификации

Параболический характер зависимости может указывать на то, что формирование колоса овса в зернопаротравяных севооборотах, при указанных уровнях минерального воздействия, происходит по классическим закономерностям биологических систем. В середине кривой имеется оптимум.

При возделывании ячменя обнаружились иные особенности с четко выраженным аномальным падением урожайности. Падение урожайности относится к самому высокому уровню интенсификации — $N_{405}P_{345}K_{345}$ за ротацию. Для этого варианта характерно снижение количества продуктивных стеблей и числа зерен в колосе, что может указывать на проявление стрессового состояния растений ячменя.

Интерпретация этих результатов, как мы полагаем, затрагивает аспекты минерального питания отдельных растений и даже отдельных сортов [4]. Известно, что засухоустойчивые формы растений эффективнее используют повышенные количества элементов питания, чем неустойчивые формы. Овес следует отнести к более устойчивой форме растений по сравнению с ячменем. Различие растений при взаимодействии с удобрениями может определяться физиологически и генетически обусловленной активностью поглощающих органов и ведущих метаболических систем в ответ на изменение режима корневого питания.

Выводы. Таким образом, поведение агроэкосистем при воздействии на них удобрений имеет различную природу. Возможно падение эффективности использования удобрений на интенсивных фонах их воздействия. Возможно аномальное падение продуктивности при увеличении доз органических и минеральных удобрений. В случае органических удобрений аномальный эффект может обуславливаться неравновесным состоянием агроэкосистемы. Аномалии при минеральном воздействии могут определяться физиологически и генетически обусловленной активностью поглощающих органов и ведущих метаболических систем в ответ на изменение режима корневого питания.

Литература

1. Винокуров И.Ю., Чернов О.С. Формирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия во Владимирском ополье. Владимир: Калейдоскоп. — 2020. — 162 с.

2. Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С. Стресс у растений. — М., Изд. МГУ, 1993. — 144 с.

3. Винокуров И.Ю., Шаркевич В.В. Особенности влияния на продуктивность овса и ячменя систем удобрения и севооборотов в стрессовых погодных условиях. // Владимирский земледелец. — 2022. — №4. — С. 9–13.

4. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания. — М., Агропромиздат. — 1991. — 414 с.

УДК 631.51

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ И ВЕЛИЧИНЫ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СЛОЁВ ПОЧВЫ И ПЕРИОДОВ ВЕГЕТАЦИИ

И.И. Гарифуллин
Ивановский НИИСХ — филиал Верхневолжского ФАНЦ, 153506, Ивановская обл., Ивановский р-он, с. Богородское, ул. Центральная, 2
E-mail: gifrom@yandex.ru

Резюме. *Используемые на территории России и стран бывшего СССР величины «оптимальной плотности» почвы определены в середине прошлого столетия и не раскрывают связи между плотностью сложения почвы и урожайностью в различных по глубине залегания слоях и в различные фазы развития растений. Предлагается методика определения величины «оптимальной плотности» для любой интересующей исследователя фазы развития растения, в любом по глубине залегания слое и при любом способе обработки почвы.*

Abstract.*The values of the "optimal density" of the soil used on the territory of Russia and the countries of the former USSR were determined in the middle of the last century and do not reveal the relationship between the density of the soil in layers of different depths in different phases of plant development and yield. A method is proposed for determining the value of the "optimal soil density" for any phase of plant development of interest to the researcher, in any depth of occurrence layer and with any method of tillage.*

Введение. Одним из основных критериев в земледелии, во многом определяющим выбор технологии обработки почвы, является плотность сложения почвы. Поэтому практически во всех работах, посвященных оптимизации технологий обработки, фигурирует величина «оптимальной плотности» почвы.

Весьма важным моментом является методика определения приводимой в большинстве справочников по земледелию величины «оптимальной плотности» для различных культур. Публикации, описывающие методику получения величины «оптимальной плотности» сложения почвы, систематизировал В.А. Русанов [1]. Который установил, что все исследователи для определения величины «оптимальной плотности» использовали набор сосудов с искусственно сформированным объемом почвы (до момента начала развития растений), толщиной (глубиной) равной глубине вспашки в регионе, с заданной величиной плотности почвы и в конце опыта величину урожайности по этим сосудам. Плотность, обеспечившая максимальную урожайность, признавалась оптимальной.

При этом важно отметить, что сами исследователи, определившие исходную величину оптимальной плотности сложения почвы [2, 3] предупреждали, что полученные ими величины являются оптимальными только для определенного периода времени (перед посевом культуры). И в процессе вегетации плотность почвы «в ненарушенном состоянии» значительно меняется. Более поздние исследования подтвердили, что величина «оптимальной плотности» является «остро динамичной величиной», зависящей (в том числе) от периода вегетации и режима увлажнения [4].

После начала повсеместного активного изучения возможности перехода на нетрадиционные технологии подготовки пашни к посеву и исследованию влияния новых технологий обработки почвы на урожайность возделываемых культур, возникла необходимость оценивать плотность сложения почвы в различные периоды вегетации культур.

Величина «оптимальной плотности» для различных периодов вегетации ранее не определялась. И поэтому для компенсации возникшего пробела в знаниях известную величину «оптимальной плотности» почвы стали распространять на всю вегетацию.

Причем часто наблюдается ситуация, когда верхний слой почвы (0–10 см) при замерах имеет плотность ниже оптимальной, а нижние слои (10–20, 20–30 см) — больше оптимальной [5–7]. Но так как величина «оптимальной плотности» определена, и во всех учебниках и справочниках представлена для усредненного слоя, то современные исследователи также усредняют величину

плотности по всей толщине пахотного слоя. А так как диапазон «оптимальной плотности» достаточно широкий, то в него укладывается величина усредненной плотности, получаемая практически при всех способах обработки почвы. В итоге, этот показатель превращается в чисто формальный, не дающий информации для дальнейшего совершенствования обработки.

В результате сложилась ситуация, когда технически определить плотность сложения почвы в любом слое и в любой период вегетации не вызывает затруднений. Сложность вызывает квалификация установленной величины плотности — насколько близка она к оптимальной величине?

Для ответа на данный вопрос предложена методика определения величины оптимальной плотности сложения почвы в любой период вегетации возделываемой культуры и в любом по глубине залегания слое [8].

Методика. Основываясь на том, что для описания зависимости величины урожайности возделываемой культуры от плотности почвы в подавляющем большинстве случаев используется квадратичная функция [7, 9], имеющая четко выраженный максимум, предложено для определения величины «оптимальной плотности» сложения почвы и ее влияния на получаемую урожайность возделываемой культуры использовать правила математики. Последовательность работы при этом следующая:

- определяется функция, описывающая зависимость урожайности от плотности почвы в исследуемом слое и фазу развития растений;
- находится первая производная этой функции;
- приравнивая зависимость первой производной к нулю (по правилам исследования функции на экстремум), находится величина плотности почвы, обеспечивающая максимальный урожай в искомых условиях, то есть «оптимальная величина» плотности для конкретных условий;
- достоверность полученных данных проверяется статистическими методами.

Практически работа производится на опытном полигоне, на котором перед посевом формируются с помощью обработки участки с различной плотностью почвы или это могут быть участки с естественной неоднородностью плотности почвы. Определяется плотность почвы в ненарушенном сложении общеизвестным способом с помощью буров-пробоотборников [9], в интересующем Исследователя слое и в интересующий период вегетации. Повторность определения плотности в каждом варианте 4–6-ти кратная. Полученные величины плотности усредняются и заносятся в таблицы для последующей обработки. После созревания возделываемой культуры, вблизи точек определения плотности почвы, определяется биологическая урожайность изучаемой культуры. В итоге Исследователь будет располагать набором пар величин «плотность почвы в ненарушенном сложении — урожайность». Для получения достоверных значений, количество таких пар должно быть не менее шести. Полученные зависимости аппроксимируются полиномом второй степени по методу наименьших квадратов. Далее производятся технические действия по ранее описанной последовательности.

Непосредственно представленные в материалах статьи данные были получены на экспериментальном полигоне, который с осени обрабатывался по схеме опыта (зяблевая вспашка или поверхностная обработка). Весной, до начала полевых работ, полигон разбивался на квадраты площадью по 25 кв. метров (5х5 метров). И на каждом квадрате определялась плотность почвы с целью выявления квадратов с отличающейся от средней величины плотностью почвы (то есть определялись участки с естественной неоднородностью плотности почвы). На эти квадраты, в дальнейшем, общим фоном, накладывалась предпосевная обработка и производился посев. Удобрения и гербициды также вносились общим фоном под предшествующую культуру. Непосредственно в год получения данных удобрения не вносились. Полигон территориально размещался посредине поля (за пределами разворотной полосы мобильных агрегатов), Общая площадь полигона составляла около 1 га. То есть, предпринимались все меры для исключения влияния на получаемую урожайность не учтенных факторов. Представленная в таблицах плотность почвы получена на различных квадратах с естественной неоднородностью почвы.

Исследования проводились на легкосуглинистой дерново-подзолистой почве на полях Ивановского НИИСХ. Тест-культурой являлась яровая пшеница.

В качестве характеристики гидротермических условий вегетационного периода использовался гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова, определенный для первой половины вегетации, когда режим увлажнения оказывает достоверное влияние на урожайность [8, 10].

Результаты и обсуждение. Если проводить замеры плотности на одних и тех же площадках в различные периоды вегетации, а затем на этих же площадках определить урожайность возделываемой культуры, то можно определить период вегетации, в который плотность сложения почвы имеет достоверное влияние на получаемую урожайность и вычислить величину оптимальной плотности для рассматриваемых условий. Примеры таких замеров представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1. Плотность сложения в период вегетации яровой пшеницы (ГТК = 0,73) по фону вспашки

Плотность почвы по участкам, г/см^3		Время в сутках от даты посева					Урожайность, ц/га$^{-1}$
		12	21	41	50	88	
1	0–10	1,053	1,062	1,029	1,217	1,049	18,33
	10–20	1,258	1,176	1,341	1,375	1,139	
2	0–10	1,067	1,006	0,969	0,996	1,101	16,58
	10–20	1,377	1,397	1,241	1,524	1,350	
3	0–10	0,987	0,999	0,956	0,980	0,975	14,71
	10–20	1,466	1,379	1,345	1,535	1,297	
4	0–10	0,882	0,913	1,082	1,017	1,068	16,52
	10–20	1,115	1,245	1,323	1,525	1,101	
5	0–10	0,968	0,978	1,043	0,998	0,957	12,31
	10–20	1,261	1,184	1,209	1,576	1,159	
6	0–10	0,911	1,070	0,985	1,033	1,116	16,31
	10–20	1,329	1,330	1,321	1,437	1,202	

Таблица 2. Плотность сложения почвы в период вегетации яровой пшеницы (ГТК = 0,73) на фоне минимальной обработки почвы

Плотность почвы по участкам, г/см^3		Время в сутках от даты посева					Урожайность, ц/га
		12	21	41	50	88	
1	0–10	0,990	1,119	1,080	1,079	1,230	13,62
	10–20	1,433	1,368	1,510	1,502	1,289	
2	0–10	0,882	0,941	1,113	1,057	1,136	19,03
	10–20	1,563	1,368	1,420	1,443	1,361	
3	0–10	1,003	0,999	1,089	1,140	1,303	18,80
	10–20	1,341	1,441	1,452	1,517	1,281	
4	0–10	0,950	0,956	1,027	1,035	1,155	19,22
	10–20	1,232	1,413	1,429	1,477	1,266	
5	0–10	0,961	0,850	0,978	1,035	1,254	16,47
	10–20	1,326	1,332	1,467	1,459	1,391	
6	0–10	0,967	0,980	1,023	1,020	0,947	16,84
	10–20	1,386	1,358	1,326	1,462	1,438	

Расчет коэффициентов множественной корреляции влияния плотности почвы на урожайность яровой пшеницы показывает (табл. 3), что влияние верхнего слоя на урожайность макси-

мальное сразу после посева культуры, с постепенным уменьшением к уборке. В подсеменном слое (10–20 см) влияние плотности на урожайность максимальное в начале кущения с постепенным убыванием к уборке.

Таблица 3. Коэффициенты множественной корреляции влияния плотности почвы на урожайность пшеницы в разные сроки при минимальной обработке почвы

Слой	Количество суток от даты посева				
	12	21	41	50	88
0–10	0,891	0,794	0,689	0,775	0,617
10–20	0,482	0,822	0,736	0,722	0,693

Однако при обработке данных, представленных в таблицах 1,2 с применением предлагаемой методики (табл. 4, 5) становится понятным, что влияние верхнего слоя на урожайность пшеницы в большинстве случаев является ложной корреляцией. То есть, программа, производящая расчет, формально «видит» зависимость урожайности от плотности почвы, но при этом она не учитывает направленность ветвей параболы, которые показывают, что у зависимости нет точки максимума. Это, в свою очередь, означает, что зависимость проявляется через действие неких неучтенных факторов или случайного сочетания в пределах погрешности, а прямой зависимости между рассматриваемыми факторами (плотностью почвы и урожайностью) не существует. Что требует признания этой зависимости недостоверной. И данные зависимости можно сразу исключить из дальнейшего анализа. Оставшиеся удовлетворяющие требованиям зависимости можно обрабатывать дальше при помощи методов математической статистики с целью определения достоверности зависимости.

Таблица 4. Результаты аппроксимации зависимости урожайности яровой пшеницы от плотности почвы по вспашке

Количество суток после посева	Слой почвы, см	Аппроксимирующая зависимость (х–плотность почвы в слое, г/см^3; у — урожайность, ц/га)	Индекс корреляции	Фактический критерий Стьюдента*
12	0–10	$y= 193{,}132x^2 – 362{,}776x + 184{,}640$	Ветви вверх	
	10–20	$y= –4{,}648x^2 + 9{,}074x + 11{,}919$	0,173	0,351
21	0–10	$y= 384{,}574x^2 — 752{,}591x+ 382{,}654$	Ветви вверх	
	10–20	$y= –23{,}857x^2 + 62{,}462x– 24{,}889$	0,079	0,159
41	0–10	$y= –43{,}014x^2+ 87{,}398x– 28{,}515$	0,0353	0,071
	10–20	$y=–701{,}347x^2–1814{,}128x–1155{,}41$	0,784	2,556
50	0–10	$y= –105{,}827x^2+249{,}481x–128{,}543$	0,698	1,948
	10–20	$y=–173{,}166x^2 –487{,}482x–325{,}153$	0,871	3,553
88	0–10	$y= –484{,}174x^2+1024{,}33x–524{,}171$	0,9489	6,013
	10–20	$y= 118{,}011x^2 –291{,}400x+ 194{,}677$	Ветви вверх	

* Теоретический коэффициент Стьюдента 2,78 (при 5%), 4,60 при 1% уровне значимости

Таблица 5. Результаты аппроксимации зависимости урожайности яровой пшеницы от плотности почвы по минимальной обработке

Количество суток после посева	Слой почвы, см	Аппроксимирующая зависимость (х — плотность почвы в слое, г/см^3; у — урожайность, ц/га)	Индекс корреляции	Фактический критерий Стьюдента*
12	0–10	$y=−411{,}955x^2+816{,}039x−385{,}58$	0,8767	3,65
	10–20	$y=−62{,}7606x^2+161{,}3558x−84{,}956$	0,8469	4,3

21	0–10	$y=44,623x^2+97,32234,638$	1,090	4,72
	10–20	$y=122,37x^2-315,6099x+219,8762$	Ветви вверх	
41	0–10	$y=-972,44x^2+2020,97x-1030,255$	0,9263	4,93
	10–20	$y=-487,512x2+1364,349x-935,099$	0,975	8,783
50	0–10	$y=691,809x^2-1490,159+818,628$	Ветви вверх	
	10–20	$y=1360,692x2-4048,253x+3027,309$	Ветви вверх	
88	0–10	$y=76,691x^2-173,137x+114,103$	Ветви вверх	
	10–20	$y=582,92x^2-1573,009x+1075,955$	Ветви вверх	

*Теоретический коэффициент Стьюдента равен 2,78 при 5 % уровне значимости, 4,6 при 1 % уровне значимости

Анализ таблиц 4 и 5 показывает, что на вспашке плотность почвы оказывает достоверное влияние на урожайность в фазу выхода в трубку в слое 10–20 см и в фазу созревания пшеницы в слое 0–10 см, а на минимальной обработке достоверное влияние плотности почвы оказывается в период появления всходов и в фазу выхода в трубку. При этом расчетная величина оптимальной плотности при минимальной обработке для всходов составляет 0,99 г/см^3 для глубины 0–10 см и 1,285 г/см^3 для глубины 10–20 см, для фазы кущения–выход в трубку 1,04 г/см^3 для глубины 0–10 см и 1,399 г см^3 для глубины 10–20 см. Для вспашки данные значения для фазы выхода в трубки и глубины 10–20 см составляет 1,41 г/см^3, а для фазы созревания и глубины 0–10 см — 1,06 г/см^3.

Для нахождения и уточнения значений оптимальной плотности почвы и фаз развития растений, когда влияние плотности почвы на урожайность достоверно, необходимо собрать больший набор статистических данных с набором различных режимов увлажнения.

Выводы:

1. Предлагаемая методика может использоваться для установления величины плотности сложения почвы в ненарушенном состоянии, обеспечивающей максимальную урожайность возделываемой культуры в любой период вегетации.

2. Методика позволяет установить степень достоверности влияния плотности сложения почвы в любом по глубине залегания слое на урожайность возделываемой культуры.

3. Представленные данные показывают механизм реализации предлагаемой методики.

Литература

1. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения. — М.: ВИМ. — 1998. — 368с.

2. Ревут И.Б., Соколовская Н.А., Васильев А.М. Структура и плотность почвы — основные параметры, кондиционирующие почвенные условия жизни растений // Пути регулирования условий жизни растений. Л.: Гидрометиоиздат. — 1971. — С. 51–126.

3. Ильин И.Р. Вегетационный метод и физика почвы. Теоретические вопросы обработки почвы, выпуск 2 (Доклады на всесоюзном научно-техническом совещании 17–21 декабря 1968 г.). Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1969, С. 366–371.

4. Медведев В.В. Изменчивость оптимальной плотности сложения почв и ее причины // Почвоведение, 1990. — № 5. — С. 20–29.

5. Крючков М.М., Ермаков С.М. Влияние ходовых систем тракторов на серую лесную почву и урожайность овса. — Пути повышения продуктивности полевых культур в Нечерноземной зоне РСФСР (межвузовский сборник трудов) М. — 1989. — С. 163 — 171

6. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Параметры темно–серой лесной почвы при длительном применении различных систем основной обработки // Земледелие. 2016. С. 23–25

7. Медведев В.В., Лындина Т.Е., Лактионова Т.И. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). — Харьков. — 2004. — Изд. «13 типогафия». — 244 с.

8. Гарифуллин И.И. Обоснование и управление плотностью сложения почвы обеспечивающее стабилизацию урожайности зерновых культур. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук — Иваново, 2022.

9. Шеин Е.В. Курс физики почв: Учебник. — М.: Издательство МГУ. — 2005. — 432 с.
10. Конищев А.А. Обработка почвы: вчера; сегодня; завтра — Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановская ГСХА имени академика Д.К. Беляева». — 2013. — 127 с.

УДК 631.86:631.582:631.452

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ПОЧВЕННО–БИОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ПБК)

В.И. Зеников[1], А.И. Беленков[2]
[1] ООО ГП «Веер», 143025 Московская обл., Одинцовский р-он, п. Сколково, ул. Новая, 18
[2]ФГБОУ ВО «Российский государственный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», 127550, РФ, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.
E-mail: ilios-astro@bk.ru[1], belenokaleksis@mail.ru[2]

Резюме. *Применение ПБК на дерново-подзолистых почвах снижает засорённость полей до 20%, пораженность культур болезнями от 20% до 80%. Дополнительно ПБК обеспечивает перевод водорастворимого фосфора и калия в доступные для растений формы, происходит многократное увеличение фиксации азота азотфиксирующими микроорганизмами.*
Abstract. *The use of PBK on soddy-podzolic soils reduces the weediness of fields to 20%, the incidence of diseases in crops from 20% to 80%. Additionally, PBK ensures the conversion of water-soluble phosphorus and potassium into forms available to plants, and there is a multiple increase in nitrogen fixation by nitrogen-fixing microorganisms.*

Постановка проблемы. Учёными и специалистами РАН разработана и апробирована на государственных МИС и в полевых условиях технология производства и применения нового продукта — почвенно-биологического комплекса (ПБК). Технология основана на управляемых микробиологических процессах. По существу, из смеси азото- и углеродосодержащих органических отходов агропромышленного комплекса и эксплуатационно-коммунальных хозяйств производится и используется полноценное микробиологическое сообщество почвенных микроорганизмов [1, 2].

Цель исследования — повысить эффективность производства и применения органических удобрений для снижения экологической нагрузки и экономии исходных компонентов.

Результаты и обсуждения. Знание показателей плодородия почв крайне необходимы работникам сельскохозяйственного производства. Это помогает правильно проектировать схемы севооборотов, системы удобрения, прогнозировать ожидаемый урожай. Агрохимические подразделения большинства научно-исследовательских институтов достаточно глубоко разработали возможности определения и оценки агрохимической части плодородия почв.

Агрохимические анализы почв содержат около двух десятков показателей, что вполне достаточно при оценке степени плодородия тех или иных почв. Однако, по нашему мнению, недостаточно разработана та часть показателей, которая характеризует агрофизические свойства, и практически отсутствуют показатели по микробиологии почв. Косвенные показатели микробиологической активности почвы требуется заменить фактическим наличием тех или иных видов микроорганизмов в почвенных пробах и определиться с комплексной, рациональной и более совершенной оценкой.

На примере созданного нами почвенно-биологического комплекса (ПБК) доказано, что содержащееся в нем микробиологическое сообщество, придаёт новые уникальные свойства — высокоэффективного удобрения, фунгицида и гербицида [3].

Применение ПБК на дерново-подзолистых почвах средней полосы России снижает засорённость полей до 20%, пораженность сельскохозяйственных культур болезнями от 20% до 80%. Дополнительно ПБК обеспечивает перевод водорастворимого фосфора и калия в доступные для растений формы, происходит многократное увеличение фиксации азота азотфиксирующими микроорганизмами (рис. 1), ускоряется прохождение сроков вегетации сельскохозяйственной культур [4].

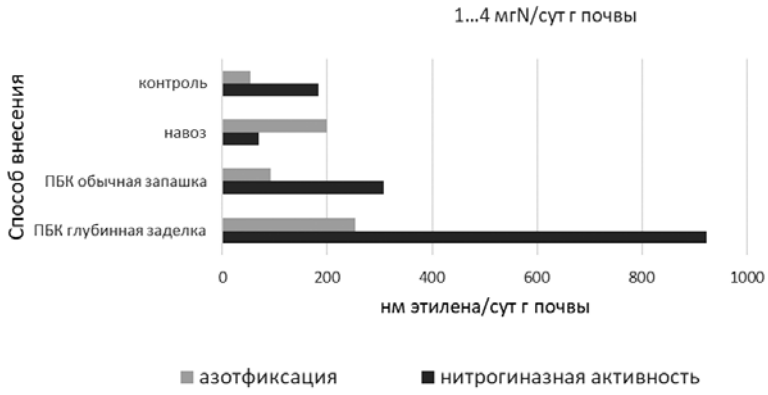


Рис. 1. Азотофиксирующая активность почвы при внесении биоорганических удобрений

Британская фирма Мак Кейн, используя ПБК при возделывании картофеля в Липецкой области, установила: при внесении под картофель 900 кг/га диамофоски, — урожайность составила 26,5 т/га, а при внесении 3,5 т/га водной вытяжки из ПБК, — урожайность была 20,1 т/га, т.е. 76% от нормы комплексных, дорогостоящих минеральных удобрений. Это свидетельствует о достаточно высокой эффективности ПБК.

Применение почвенно-биологического комплекса в совхозе им. Ленина Московской области позволило повысить урожай пшеницы. При дозе внесения 6 т/га был получен урожай эквивалентный урожаю, выращенного по технологии, применяемой в хозяйстве; при дозе 8 т/га (или 10%)– прибавка урожая составила 8 ц/га, а при дозе 10 т/га — 12 ц/га (или 15%).

Прямыми микробиологическими показателями плодородия почв следует считать количество азотофиксаторов в 1 см^3, целлюлозоразрушителей, бактерий роста и развития растений, микроорганизмов подавления определённых видов жизнедеятельности семян сорных и болезнетворных начал в почве и на растениях. Так, например, было установлено, что определённые микроорганизмы способны переводить нерастворимые и труднорастворимые формы фосфора в доступное для растений удобрение. Работами кафедры агрохимии МГУ установлен факт возможности внесения в почву устроительных материалов, содержащих калий. При этом в почве обнаружены микроорганизмы, способные перевести минеральный калий в доступную для растений форму.

Микробиологическому сообществу также принадлежит значительная роль в процессах газообразования в почве, в частности, при оценке потерь азота из почвы [5]. Интенсивность газообразования зависит от типов, температуры, влажности, структуры почвы, системы земледелия в хозяйстве. Так, например, потери азота при возделывании зерновых культур и на травяных полях по вариантам внесения удобрений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Потери азота в виде газов и с лизиметрическими водами

Вариант	Газообразные потери		Потери с лизиметрическими водами	
	мг/сосуд	%	мг/сосуд	%
зерновые культуры				
РК (фон):				
+NO_3 (I)	447	71	180	29
+NO_3 (II)	1967	76	625	24
+NH_4 (I)	582	82	130	18
+NH_4 (II)	1684	78	465	22
травы				
РК (фон):				
+NO_3 (I)	118	~100	«Следы»	-
+NO_3 (II)	417	~100	«Следы»	-
+NH_2 (I)	73	~100	«Следы»	-
+NH_2 (II)	93	~100	«Следы»	-

Примечание: (I) и (II) — различные дозы

О низкой эффективности применения органических удобрений в виде чистого навоза и помёта, или в форме компоста сельхозпроизводителям известно из собственной практики: «зелёный пожар» от сорняков, большая убыль (до 30-40 %) исходного сырья при хранении в период до внесения в почву, высокие затраты на подготовку и применение. И действительно, современные исследования показали, что при внесении в почву 40 т/га традиционного компоста в почве аккумулируется всего немного более 600 кг, или 16 кг из 10 т компоста [6].

Естественным желанием специалистов является повышение эффективности применения компостов. Так, немецкая фирма «Della» разработала продукт, называемый гранулированным гумусом, производимый из высококачественного помёта и мелкоизмельчённой соломы. Гумус, который по существу является концентрированным органическим веществом влажностью 10…12 %, имеет следующий состав (в % в сухом состоянии):

– органическая субстанция > 25 %;
– азот (N) 0,8…1,5 %;
– фосфат (PO) 0,5…1,5 %;
– калий (KO) 0,8…1,2 %;
– магнезий (MgO) 0,5…1,0 %;
– кальций (CaO) 5,0…6,0 %;
– вода (H_2O)< 40 %;
– соотношение C:H< 30;
– pH > 6,0.

Рекомендованная доза внесения гумуса от 1,2 т/га до 2,5 т/га и выше. Однако фирма не приводит данных об аккумулировании гумуса в почве. Предположительно в почве сохраняются всё те же 600 кг/га, что и при внесении 40 т/га традиционного компоста. Скорее всего, разработку гумуса фирмой «Della» следует считать маркетинговым ходом.

Разработка почвенно-биологического комплекса показала, что дозу внесения органических удобрений можно резко снизить по отношению к рекомендуемым дозам. Так, например, 6 т/га ПБК оказались эквивалентными 40 т/га традиционного компоста по влиянию на урожайность с/х культур. Кроме того, определено, что в этом случае в почве после внесения таких доз аккумулируется равное количество органического вещества, что является прямым вкладом в процесс гумусообразования.

Вышеуказанный факт свидетельствует о высокой экологичности почвенно-биологического комплекса по сравнению с потерями органического вещества в традиционном компосте, загрязняющего окружающую среду.

Выводы. Полученные результаты изучения и применения ПБК открывают практически неограниченные возможности микробиологическому сообществу почвы. По нашему мнению, требуется широкое и обстоятельное изучение различных форм микроорганизмов почвы и даже, может быть, выведение новых видов для практически полезных целей: снижение необходимости опрыскивания растений ядохимикатами, более полная мобилизация плодородия почвы для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества.

Главным преимуществом ПБК является наличие микроорганизмов, способных переводить органическое вещество удобрений в гумус — основной показатель плодородия почвы. Учитывая открытые возможности и практическую пользу нового органического продукта, необходимо ввести в нормативы качества органических удобрений отдельные микробиологические показатели.

По нашему мнению, анализы органических удобрений, вместо существующих, следует выполнять с включением ряда дополнительных свойств удобрений — механических, агрохимических и микробиологических [7].

Литература

1. Зеников В.И, Паников Н.С. Микробиологические процессы аэробной переработки органического сырья // Агрохимические исследования и технологии. Тр. ВНИИПТИХИМ. Вып. 1, т. 1. — Москва. — 1995. — 281 с.

2. Зеников В.И. Новая технология производства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2015. — №6. — С. 281–286.

3. Зеников В.И. Органическое удобрение (почвенно-биологический комплекс). — Заявка на изобретение №2022 111 687. Дата поступления 28.04.22 г.

4. Цветкова Н.В. Эффективность и способы применения биокомпосты под полевые культуры. Тр. НИИСХ ЦРНЗ Немчиновка. Вып. 2, т. 3. — Москва. — 1995.

5. Шевченко В.А., Беленков А.И. Влияние удобрений и способа обработки почвы на вынос азота урожаями озимой пшеницы и культур зернопропашного севооборота // Агрохимия. — 2020. — №9. — С. 3–7.

6. Дроздов И.А., Беленков А.И., Васильев А.С. и др. Влияние различных видов и доз сапропеля на содержание и состав органического вещества в дерново-подзолистой почве // // Агрохимический вестник. — 2019. — №1. — С. 20–24.

7. Зеников В.И. О новых показателях плодородия почв // Электротехника и электрооборудование в АПК. — 2022. — №1. — С. 55–59.

УДК 631.461.465: 631. 445.25

ОЦЕНКА РЕАКЦИИ ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ НА УРОВЕНЬ АГРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ АГРОЛАНДШАФТОВ

М.К. Зинченко, И.Н. Автономова
Верхневолжский федеральный аграрный научный центр
ул. Центральная, д. 3, п. Новый, Суздальский р-н,
Владимирская обл., 601261, Российская Федерация
E-mail: popel62@yndex.ru

Резюме. *Представлены материалы по изменению биологических показателей серых лесных почв агрофонов в условиях длительного агротехнического воздействия. Исследования проводились в период 2012-2020 гг. в стационарном опыте по усовершенствованию адаптивно- ландшафтных систем земледелия. Статистически достоверное снижение численности аммонификаторов отмечалось на вариантах минеральной системы удобрений. Коэффициенты трансформации органического вещества (Кт) выше на органоминеральных фонах, что характеризует большую интенсивность превращения мортмассы в органические компоненты гумусовых соединений. Это подтверждается и значениями коэффициентов гумусонакопления на этих фонах интенсификации.*

Abstract. *The materials on the change of biological indicators of gray forest soils of agrophones in conditions of long-term agrotechnical impact are presented. The research was carried out in the period 2012–2020 in a stationary experiment to improve adaptive landscape farming systems. A statistically significant decrease in the number of ammonifiers was noted on the variants of the mineral fertilizer system. The coefficients of transformation of organic matter (Ct) are higher on organomineral backgrounds, which characterizes the greater intensity of the transformation of mortmass into organic components of humus compounds. This is also confirmed by the values of humus accumulation coefficients on these intensification backgrounds.*

Одним из основных вопросов адаптивно-ландшафтного земледелия и современной почвенной экологии становится возможность оценки и прогнозирования изменений, происходящих в почвах агроландшафтов, вовлеченных в интенсивное сельскохозяйственное использование. Благодаря высокой чувствительности к любым внешним неблагоприятным изменениям, биологические параметры являются основными индикаторами экологического состояния почвы [1, 2].

Целью данной работы являлось изучение реакции почвенной микрофлоры в серой лесной почве, используемой в системе адаптивно-ландшафтного земледелия.

Работу проводили в 2011–2020 гг. в стационарном многофакторном полевом опыте по изучению и усовершенствованию адаптивно-ландшафтных систем земледелия в зоне Владимирского ополья, заложенном в 1996 г. в отделе земледелия Верхневолжского ФАНЦ. Объект исследований — серая лесная слабооподзоленная среднесуглинистая почва. Содержание гумуса в пахотном слое (0–20 см) варьирует от 3,9 до 4,2 % (по Тюрину), подвижного фосфора (по Кирсанову) — от 100 до150 мг/кг, обменного калия (по Масловой) — от 100 до 120 мг/кг, pH_{KCl} — от 5,6 до 6,1 ед.

Для исследования нами были выбраны уровни интенсивности (варианты), на которых в течение длительного времени применялись высокие дозы удобрений. Данные уровни интенсивности создавались за счет расчетных доз удобрений. Дозы удобрений рассчитывались балансовым методом на два уровня интенсивности: интенсивный — на продуктивность 27–35 ц/га з.е; высокоинтенсивный — на продуктивность 37–45 ц/га з.е.

Исследования проводили на следующих фонах применения минеральных и органоминеральных удобрений: интенсивный минеральный (ИМ) — N350P220K390; высокоинтенсивный минеральный (ВИМ) — N480P280K575; интенсивный органоминеральный (ИОМ) — N310P150K310 +навоз 60 т/га; высокоинтенсивный органоминеральный (ВИОМ) — N430P160K360 + навоз 80 т/га. Количество минеральных и органических удобрений приведено за ротацию 6-польного севооборота. Навоз вносили единовременно 1 раз в ротацию севооборота, минеральные удобрения — ежегодно (калийные и фосфорные — осенью, азотные — весной).

Уровни интенсивности располагались на двух фонах основной обработки: ежегодной вспашке на глубину 20–22 см и ежегодной плоскорезной обработке на 10–12 см.

Почвенные образцы для микробиологических исследований отбирали в мае, июле и сентябре из слоя 0–20 см. В мае их отбор осуществляли после основных агротехнических мероприятий (внесение азотных удобрений и посев).

Биологическую активность почвы оценивали по показателям структуры микробного ценоза, численности и соотношению эколого-трофических групп микроорганизмов. В качестве основных методов были использованы: посев почвенной суспензии на твердые элективные питательные среды (МПА и КАА) для оценки биогенности почвы [3], ферментативную активность полифенолоксидазы и пероксидазы методом К.А. Козлова [4].

В течение вегетационного периода лет исследования наблюдались существенные колебания погодных условий, особенно по количеству и равномерности выпадения осадков (от 285 до 431 мм). Средняя величина ГТК= 1,42 соответствовала достаточному показателю увлажнения, что является типичным для зоны Владимирского ополья.

Обработку полученных данных проводили с помощью программы Statistica 6 с использованием методов статистического, корреляционного и дисперсионного анализа.

Аммонифицирующие бактерии в процессе онтогенеза используют органический азот почвы и, в результате минерализации ими азотсодержащих органических соединений растительного и животного происхождения образуется аммиак, который является важным звеном в процессе обеспечения растений азотным питанием [5]. Поэтому мониторинг за динамикой численности этой группы микроорганизмов дает информацию о влиянии различного уровня агротехнической нагрузки (длительного использования различных доз удобрений и приемов основной обработки) на экологическое состояние и уровень плодородия серой лесной почвы сельскохозяйственного использования [6,7]. Ответные реакции этой эколого-трофической группы микроорганизмов на воздействие агротехнической нагрузки в опыте проявилось достаточно отчетливо (табл. 1).

Таблица 1. Численность аммонифицирующей микрофлоры, среднее за 2011–2020 гг.

Фон интенсификации	Отвальная вспашка		Плоскорезная обработка	
	млн КОЕ/1 г почвы			
	XS± S (X)	V,%	XS± S (X)	V,%
Интенсивный Минеральный	3,96±1,42	38,6	3,97±0,86	24,7
Высокоинтенсивный Минеральный	3,21±0,86	30,1	3,75±0,43	12,4
Интенсивный органоминеральный	4,60±1,55	35,5	6,24±1,13	18,5
Высокоинтенсивный органоминеральный	5,83±2,16	39,0	6,63±2,61	43,2
XS ± S(X)	4,40±1,50	–	5,15±1,33	27,28
V,%	35,8	–	24,7	–
$НСР_{05}$	0,20	–	0,65	–

Наибольшее количество протеолитической микрофлоры выявлено в почве высокоинтенсивного органоминерального фона, расположенного как по вспашке, так и по энергосберегающей плоскорезной обработке, соответственно, 5,8 и 6,6 млн КОЕ/1 г почвы. Статистически достоверное снижение их численности в течение периода исследований отмечалось на вариантах минеральной системы удобрений — интенсивном и высокоинтенсивном минеральном фоне, не зависимо от приема основной обработки. В почве этих вариантов количество жизнеспособных клеток не превышало 4 млн КОЕ/1 г почвы. Особенно в этой связи выделяется высокоинтенсивный минеральный фон, расположенный по отвальной вспашке, где зафиксирован самый низкий средний пул аммонификаторов — 3,2 млн КОЕ/1 г почвы.

Приемы основной обработки почвы приводят к изменению структуры и функционирования почвенного микробного сообщества. Отмечен тренд увеличения численности аминогетеротрофов, произрастающих на мясо-пептонном агаре (МПА), на фонах обработанных безотвально на глубину 10–12 см. По отвальной вспашке средняя численность (XS) аммонификаторов составила 4,4 млн КОЕ/1 г почвы с коэффициентом вариации V = 35,8 %. На фонах, расположенных на плоскорезной обработке, значения были соответственно XS = 5,2 млн КОЕ/1 г почвы и коэффициент вариации составил 24,7 %. Эта закономерность активно проявилась на фонах действия и последействия использования органических удобрений. Она обусловлена высокой концентрацией органического материала в верхнем слое почвы, являющегося питательным субстратом для гетеротрофов и более благоприятными условиями увлажнения — значения влажности почвы по энергосберегающей обработке в среднем на 2 весовых процента выше значений, зафиксированных по отвальной вспашке. На этих фонах отмечена тесная положительная связь (r = 0,85) между численностью аммонификаторов и активностью уреазы.

Сопоставление полученных результатов по численности аммонифицирующей микрофлоры показало достоверное ее снижение на высокоинтенсивных минеральных фонах, что свидетельствует о недостатке в почве легкогидролизуемого органического вещества. Благоприятные условия для развития этой эколого-трофической группы сформировались на фонах последействия использования органических удобрений, с наиболее высокой активностью их развития по плоскорезной обработке.

Изучаемые фоны отличались и различной интенсивностью процессов минерализации и трансформации органического вещества. Биогенность серой лесной почвы минеральных фонов определялась превосходящей численностью микроорганизмов, развивающихся за счет минеральных источников азота (среда крахмало-аммиачный агар, КАА), что свидетельствует о преобладании микробиологических процессов минерализации органического вещества серой лесной почвы в этих вариантах (табл. 2). На высокоинтенсивном минеральном фоне отмечены самые

высокие абсолютные показатели коэффициентов минерализации (Км). По отвальной вспашке Км составил 1,57, что характеризует высокую степень минерализации азота почвенного органического вещества, по плоскорезному рыхлению — среднюю степень (Км = 1,30). Средняя и низкая степень минерализации выявлена на фонах использования органоминеральных удобрений, где значения коэффициентов минерализации близки к единице, что свидетельствует о паритете между процессами иммобилизации и минерализации соединений азота в почве данных вариантов. Аналогичная закономерность зафиксирована и в почве залежи, где наблюдается самый низкий диапазон вариации рассчитанного показателя. В целом четко выражена тенденция снижения активности минерализации почвенного азота на фонах, обработанных плоскорезно на глубину 10–12см — минимальное значение коэффициента минерализации получено на ВИОМ фоне (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты минерализации и трансформации органического вещества серой лесной почвы в зависимости от уровня агротехнической нагрузки, среднее за 2011–2020 гг.

Фон	Вспашка на 20–22 см		Энергосберегающая плоскорезная обработка на 10–12см	
	Км	Кт	Км	Кт
Интенсивный минеральный	1,18±0,47	8,46±3,26	1,05±0,44	8,15±3,11
Высокоинтенсивный минеральный	1,57±0,53	5,44±1,38	1,30±0,48	8,70±3,29
Интенсивный органоминеральный	1,05±0,32	11,45±4,78	0,92±0,29	14,53±3,74
Высокоинтенсивный органоминеральный	0,94±0,34	13,80±3,27	0,80±0,36	17,89±4,13
Залежь	0,99±0,28	11,48±2,05	–	–
Примечание: Км= КАА/МПА; Кт= (МПА+КАА)х(МПА/КАА).				

Микробиологическое разложение азотсодержащих органических соединений в почве оценивали по коэффициенту трансформации органического вещества (Кт). Он характеризует интенсивность преобразования органического материала (растительного и микробного происхождения) в органическое вещество почвы. Оценка динамики значений Кт показала, что самая высокая интенсивность трансформации органического вещества мортмассы наблюдалась в почве высокоинтенсивного органоминерального фона по двум приемам основной обработки почвы (Кт соответственно — 13,8 и 17,9). Средний Кт на вариантах, где применялись органические удобрения (60 и 80 т/га) составил 12,63 по вспашке и 16,21 — по безотвальной обработке. В среднем в 2 раза ниже активность этих процессов на минеральных фонах — по вспашке средние значения Кт составили 6,95, по энергосберегающей плоскорезной обработке — 8,43.

При внесении навоза и минеральных удобрений структура микробиоценоза обеспечивала активность микробиологических и биохимических процессов достаточную для трансформации корне-пожнивных остатков в органическое вещество почвы и поддержания устойчивого равновесия в данной экосистеме. Особенно эта тенденция выражена на фонах обработанных безотвально. В 2019 году на интенсивном органоминеральном фоне по плоскорезному рыхлению был рассчитан самый высокий Кт — 37,4.

Ответные реакции микроорганизмов на воздействие минеральной системы удобрений на интенсивном и высокоинтенсивном минеральном фоне проявились в снижении коэффициентов трансформации органического вещества. Самая низкая степень микробиологического синтеза мортмассы в почвенное органическое вещество наблюдалась на высокоинтенсивном минеральном фоне по отвальной вспашке — Кт = 5,44. Такие показатели обусловлены не только снижением пула аммонификаторов и иммобилизаторов минерального азота, но и изменением соотношения численности этих эколого-трофических групп. На фонах минеральной системы

удобрений изменяется соотношение МПА/КАА в сторону возрастания пула амилолитической микрофлоры, что значительно активизирует процессы микробиологической иммобилизации почвенного азота над процессами трансформации мортмассы.

Информативным показателем, характеризующим экологическое состояние агрогенных почв, является коэффициент гумусонакопления (Кг), рассчитываемый по активности редокс-ферментов — полифенолоксидазы и пероксидазы (рис.).

На высокоинтенсивном минеральном фоне (ВИМФ) трансформация органического ве-

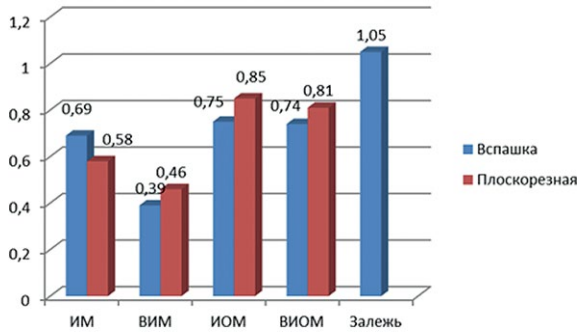


Рис. Коэффициенты накопления гумуса в зависимости от уровня агротехнической нагрузки, среднее за 2016–2020 гг.

щества, обусловленная активностью полифенолоксидазы и пероксидазы, активно смещалась к интенсивной минерализации гумуса, о чем свидетельствуют самые низкие значения Кг — 0,39 на фоне отвальной вспашки и 0,46 по энергосберегающей плоскорезной обработке. То есть использование только высоких доз минеральных удобрений может провоцировать биохимические процессы, снижающие синтез гумусовых веществ в серой лесной почве.

Коэффициенты гумусонакопления на органоминеральных фонах имели более высокие показатели, приближаясь к значениям, полученным в почве залежного участка (Кг=1,05). На участке залежи биохимические процессы направлены на депонирование органического вещества и возможность накопления гумуса.

Выводы. Таким образом, исследование микрофлоры в серой лесной почве выявило, что микробиологические процессы развиваются по минерализационному типу на агрофонах с применением минеральной системы удобрений. Наименее выражены эти процессы в почве органоминеральных фонов, где Км близки к единице или ниже ее. Коэффициенты трансформации органического вещества выше на органоминеральных фонах, что характеризует большую интенсивность превращения мортмассы в органические компоненты предгумусовых соединений. Судя по значениям коэффициентов гумусонакопления, применение навоза (60 и 80 т/га) снижало процессы активной минерализации компонентов гумуса по сравнению с использованием одних минеральных удобрений.

Резюмируя результаты исследований в многолетнем стационарном опыте можно заключить, что более благоприятные экологические условия для протекания микробиологических процессов, обуславливающих сохранение почвенного плодородия, складываются в почве органоминеральных фонов при использовании навоза в дозе 60 и 80 т/га.

Литература

1. Кольцова О.М. Биологическая диагностика состояния чернозема выщелоченного типичной лесостепи //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2012. — № 1. — С. 7–11.

2. Хазиев Ф.Х. Почва и экология// Вестник Академии наук РБ. — 2017. — Т.24. — № 3. — С. 29–38.

3. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. — М.: Агропромиздат. — 1987. — 238 с.

4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. — М.: Наука. — 2005. — 252 с.

5. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. — М.: МГУ. — 2005. — 445 с.

6. Зинченко М.К., Стоянова Л.Г. Действие различных систем удобрения на интенсивность биологических процессов в серой лесной почве// Владимирский земледелец. №2-3. — 2014. — С. 19–22.

7. Зинченко М. К., Стоянова Л. Г. Реакция почвенной микрофлоры серой лесной почвы на длительное применение разных по уровню интенсификации систем удобрений //Достижения науки и техники АПК. — 2016. — Том 3. — С. 21–24.

УДК 631.431.1/631.51.01

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОД ОВЕС С ПОДСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

С.И. Зинченко [1], Н.С. Матюк [2], Л.Е. Рыжова [1], И.В. Князева [1]

[1]ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

[2]РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

E-mail: zinchenkosergei@mail.ru

Резюме. *Представлены результаты исследований по изучению влияния системы приёмов основной обработки на динамику плотности сложения серой лесной среднесуглинистой почвы в слое 0-30 см под овсом с подсевом многолетних трав (клевер+тимофеевка) в зернотравяном севообороте.*

Summary. *The results of studies on the influence of the system of basic processing techniques on the dynamics of the density of the addition of gray forest medium loamy soil in a layer of 0-30 cm under oats with the sowing of perennial grasses (clover + timofeevka) in the grain-grass crop rotation are presented.*

Одним из главных показателей физического состояния пахотного слоя является ее плотность сложения. С ней непосредственно связаны условия механической обработки, водный, воздушный, тепловой и, следовательно, микробиологический и пищевой режимы почвы, а, в конечном счете, эффективное плодородие (урожай).

Большое влияние на плотность сложения оказывает обработка почвы и воздействие движущейся по поверхности почвы техники. Наиболее рыхлой почва бывает сразу после обработки, затем она постепенно уплотняется и через некоторое время ее плотность приходит в состояние равновесной, т.е. мало изменяющейся (до следующей обработки).

Исследования Бондарева А.Г., Медведева В.В. (1980) показывают, что для серых лесных почв со средне- и тяжелосуглинистым механическим составом значение оптимальной плотности сложения для зерновых культур составляет 1,21 г/см^3, а ее интервал — 1,00–1,30 г/см^3 [4]. По данным Пупонина А.И. (2010) оптимальный интервал плотности для зерновых составляет 1,15–1,25 г/см^3, при этом равновесная плотность находится на уровне 1,40 г/см^3 [4].

Ряд авторов отмечают, что оптимальный диапазон плотности сложения почвы для возделывания полевых культур на легкосуглинистых почвах находится в интервале 1,10–1,40 г/см^3 [3]. По данным Сапожникова Н.А. на суглинистых почвах зерновые культуры успешно произрастают даже при плотности пахотного слоя от 1,40 до 1,50 г/см^3 [5]. Оптимальная величина плотности для отдельных зерновых культур на тяжелом и среднем суглинке составляет соответственно 1,15–1,40 г/см^3 и 1,25–1,40 г/см^3 [4]. Последующие исследования позволи-

ли установить, что при высокой обеспеченности растений элементами питания уменьшается неблагоприятное влияние высокой плотности сложения почвы на урожайность сельскохозяйственных культур [3,4].

Для научного обоснования объективного решения вопросов выбора способов и глубины основной обработки серой лесной почвы Опольной зоны важно знать границы оптимальных значений плотности сложения почвы, отвечающих требованиям возделываемых культур в конкретных почвенно-климатических условиях. Поэтому целью исследования было изучение длительного влияния приемов основной обработки серой лесной почвы на динамику ее плотности сложения под овсом с подсевом многолетних трав в зернотравяном севообороте.

Экспериментальные исследования проводились в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» (г. Суздаль) в стационарном полевом опыте, заложенном в 1986 г. на серой лесной среднесуглинистой почве. По интенсивности технологий фон исследований, согласно Государственному регистру (1999г.), соответствует «нормальной технологии» (Федеральный регистр технологий технического сервиса сельскохозяйственной техники и транспортных средств, 1999) [6].

Почва опытного участка характеризуется следующими показателями плодородия: мощность гумусового горизонта А (A_n+A_1) — от 31 до 34 см; pH_{kcl} — 5,2, содержание гумуса варьирует от 3,2 до 4,3 %; подвижных P_2O_5 (по Кирсанову) — 155 мг/кг; K_2O (по Масловой) — 152 мг/кг почвы. Почвообразующая порода — пылеватые покровные суглинки, лессовидные карбонатные суглинки, содержащие большое количество известковых конкреций.

Зернотравяной севооборот в опыте включал следующие культуры: овес+ многолетние травы (клевер+тимофеевка) — мн.травы 1 г.п. — мн.травы 2 г.п. — озимая рожь — яровая пшеница — ячмень. Исследования проводили в посевах овес + мн. травы (клевер+тимофеевка) в 2015, 2016, 2021 гг. Схема вариантов основной обработки: 1 — ежегодная плоскорезная на 6–8 см; 2 — ежегодная плоскорезная на 20–22 см; 3 — ежегодная вспашка на 20–22 см; 4 — ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры вспашка на 20–22 см; 5 — ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6–8 см.

Для характеристики плотности сложения почвы использовали метод цилиндров [1]. Отбор почвенных образцов проводился в трехкратном повторении, в слое почвы 0–30 см через 10 см.

Среднемноголетняя сумма осадков в изучаемом регионе составляет 604 мм с колебаниями по годам от 390,8 до 741 мм. Климатические условия вегетационных периодов отличались значительными перепадами температуры воздуха и неравномерностью выпадением осадков (ГТК 0,54 — 1,37), но в целом были удовлетворительными для роста и развития возделываемых культур.

Для обоснования эффективности применения в агроэкосистемах приемов основной обработки рассмотрим результаты наших исследований плотности сложения пахотного слоя (0–30 см), где обычно располагается основная масса активных корней большинства сельскохозяйственных культур в серой лесной почве. У овса эти значения составляют — 36,7–46,8 % [2]. За величину равновесной плотности сложения для серой лесной среднесуглинистой почвы мы приняли величину плотности сложения пятидесятилетней залежи, расположенной на сопредельном с опытом участке.

Рассмотрим динамику плотности сложения под овсом с подсевом многолетних трав в зернотравяном севообороте.

После уборки ячменя (предшествующей культуры) в августе месяце плотность сложения в слое 0–30 см по вариантам основной обработки была на уровне 1,43–1,47 г/см^3 ($НСР_{05}$=0,08 г/см^3) и приближалась к равновесным значениям плотности (рисунок), которая в среднем за годы исследований на залежи соответствовала 1,48 г/см^3.

Осеннюю обработку проводили в сентябре месяце при влажности почвы 21,3–26,6 %, т.е. в пределах оптимальных значений для крошения почвы. Она снизила плотность сложения в зависимости от глубины и приема обработки до 1,13–1,43 г/см^3 ($НСР_{05}$=0,10 г/см^3). На вариантах с ежегодным рыхлением на 6–8 см (вариант № 1) и периодическим рыхлением на 6-8 см в чередовании с ярусной вспашкой на 28–30 см (вариант № 5) наблюдались более высокие значения

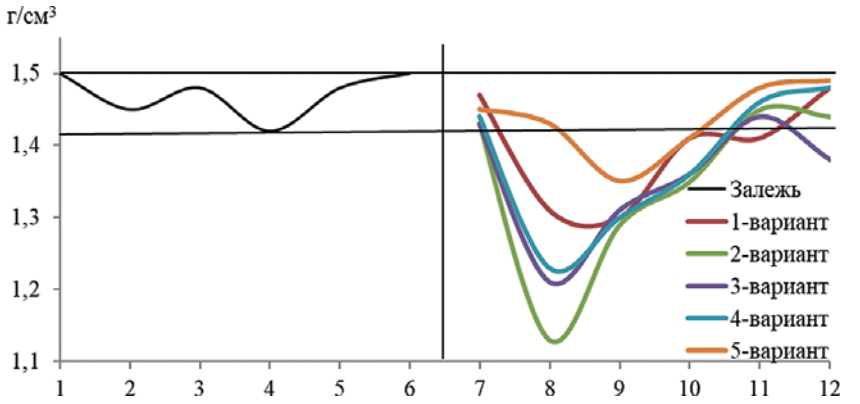


Рис.1. Плотность сложения в слое почвы 0–30 см под овсом с подсевом многолетних трав в зернотравяном севообороте (среднее за три года)

Значения плотности сложения на залежи: 1, 2 — август и сентябрь предшествующего года, 3 — май, 4 — июль, 5 — август, 6 — сентябрь. Овес с подсевом многолетних трав: 7 — до основной обработки, 8 — после основной обработки, 9 — до посева, 10 — после посева, 11 — выметывание, 12 — полная спелость, ═══ — интервал плотности сложения на участке залежи
Варианты основной обработки: 1 — ежегодная плоскорезная на 6–8 см, 2 — ежегодная плоскорезная на 20-22 см, 3 — ежегодная вспашка на 20–22 см, 4 — ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры вспашка на 20–22 см, 5 — ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6–8 см.

плотности сложения — 1,31 и 1,43 г/см³. В варианте с ежегодным рыхлением на 6–8 см, после ярусной вспашки на 28–30 см (№ 5 варианта) не сохраняется разрыхляющего влияния глубокой обработки на плотность сложения в посевах овса.

К посеву овса (май месяц) на вариантах с рыхлением на 20–22 см за счет естественных процессов почва уплотнялась на 0,10–0,16 г/см³, а на вариантах с рыхлением под овес на 6–8 см происходило разуплотнение на 0,01–0,08 г/см³. Уровень плотности сложения почвы в этот период выравнивался и достигал оптимального диапазона для возделывания зерновых культур. По всем фонам обработки плотность сложения была на одном уровне — 1,29–1,35 г/см³ ($НСР_{05}$=0,08 г/см³). На залежи в этот период равновесная плотность сложения составила 1,48 г/см³.

После посева за счет сил гравитации, давления сельскохозяйственной техники и орудий в слое 0–30 см происходило уплотнение почвы до значений 1,35–1,41 г/см³ ($НСР_{05}$=0,11 г/см³).

К фазе вымётывание овса почва продолжала уплотняться, не зависимо от приёма и глубины обработки — 1,41–1,48 г/см³ ($НСР_{05}$=0,10 г/см³). На вариантах с периодическим рыхлением на 6–8 см в чередовании с ярусной вспашкой на 28–30 см (вариант № 5) плотность сложения достигала равновесных значений 1,48 г/см³.

К уборке плотность почвы в слое 0–30 см продолжала увеличиваться, независимо от приема и глубины основной обработки, и стремиться к своему равновесному сложению, достигая величин 1,38–1,49 г/см³ ($НСР_{05}$=0,13 г/см³). В период уборки (август) наиболее близко к равновесной плотности сложения приближалась плотность на вариантах с рыхлением на 6–8 см — 1,48–1,49 г/см³.

Анализ многолетних исследований плотности сложения серой лесной почвы под овсом в 6-польном зернотравяном севообороте показал, что обработки на глубину 6–8 см (вариант № 1) способствуют формированию наиболее высокого диапазона плотности в период вегетации культуры севооборота, который приближался или был на уровне равновесной плотности. Последействие ярусной вспашки под овсом (варианты № 4, 5) на снижение плотности почвы не наблюдается.

Анализируя урожайность культур севооборота по вариантам опыта, следует отметить, что существенной разницы в уровне урожая по фонам основной обработки не выявлено (та-

блица). А плотность сложения, создаваемая различными приемами основной обработки в период вегетации, не является лимитирующим фактором уровня урожайности овса в зернотравяном севообороте на серой лесной почве. То есть диапазон плотности сложения, при котором проходило формирование урожая сельскохозяйственной культуры, можно считать оптимальным для серых лесных почв агроэкосистем. Однако многолетние исследования позволили уловить определенные закономерности в формировании урожая по вариантам основной обработки.

Таблица. Интервал плотности сложения в период формирования урожая овса с подсевом многолетних трав в зернотравяном севообороте

Вариант	Урожайность, т/га	Плотность сложения, г/см^3
Залежь	–	1,48–1,50
Ежегодная плоскорезная на 6–8 см	2,93	1,41–1,48
Ежегодная плоскорезная на 20–22 см	3,01	1,35–1,45
Ежегодная вспашка на 20–22 см	3,07	1,36–1,44
Ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры вспашка на 20–22 см	3,05	1,36–1,48
Ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6–8 см	3,01	1,41–1,49
$НСР_{05}$	0,26	Интервал 1,35–1,49 г/см^3

В зернотравяном севообороте урожайность овса, при описанной выше динамике плотности, была на уровне 2,93–3,07 т/га ($НСР_{05}$=0,26 т/га). Тенденция к снижению уровня урожайности отмечается на вариантах применения безотвальной обработки на 6–8 см (варианта №1, 5). Диапазон плотности сложения на этих фонах при возделывании овса в слое 0–30 см был самым высоким и составил 1, 41–1,49 г/см^3, приближаясь к равновесной плотности сложения (1,48–1,50 г/см^3).

Таким образом, анализ динамики плотности почвы в агроценозах позволяет определить особенности формирования физических процессов в серой лесной среднесуглинистой почве в зависимости от приёмов и систем основной обработки почвы.

Исследования показали значительные сезонные изменения плотности сложения серой лесной среднесуглинистой почвы в зернотравяном севообороте под посевами овес+ многолетние травы (клевер+тимофеевка), которые связаны в первую очередь с особенностью возделываемых культур и приёмами основной обработки почвы.

Урожайность сельскохозяйственных культур в зернотравяном севообороте (нормальный уровень интенсивности агротехники) при различных приемах и системах основной обработки формировалась при интервале оптимальной плотности сложения серой лесной среднесуглинистой почвы в слое 0–30 см, для овса в интервале — 1,35–1,49 г/см^3.

На вариантах с системами основной обработки интервал плотности сложения в период вегетации изучаемой культуры в зернотравяном севообороте был в интервале: на ежегодной плоскорезной обработке на 6–8 см — 1,41–1,48 г/см^3; ежегодной плоскорезной на 20–22 см — 1,35–1,45 г/см^3; ежегодной вспашке на 20–22 см — 1,36–1,44 г/см^3; на ярусной вспашке на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры вспашка на 20–22 см — 1,36–1,48 г/см^3; на ярусной вспашке на 28–30 см под озимую рожь, плоскорезная на 6–8 см под остальные культуры — 1,41–1,49 г/см^3.

На участке залежи в слое 0–30 см в период вегетации культуры равновесная плотность сложения была в интервале — 1,48–1,50 г/см^3.

Литература

1. Водюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почвы. — М.: Агропромиздат. — 1986. — 416 с.
2. Зинченко С.И. Особенности развития корневой системы зерновых культур//Земледелие. — 2015.№6. — С.32–35.
3. Королев А.В. Выявление и создание оптимального сложения пахотного слоя дерново-подзолистых почв для основных сельскохозяйственных культур: Автореферат дисс. на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Ленингр. с/х ин-т. — Ленинград: Пушкин. — 1972. — 36 с.
4. Пупонин А.И. Научные и практические основы минимальной обработки почвы//Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: матер. Всерос. науч.-практ. конф. РГАУ-МСХА. — М.: РГАУ-МСХА. — 2010. — С. 13–29.
5. Сапожников Н.А. Биологические основы обработки подзолистых почв. — М.-Л.: Сельхозиздат. [Ленингр. отд-ние]. — 1963. — 291 с.
6. Федеральный регистр технологий технического сервиса сельскохозяйственной техники и транспортных средств. Российская академия сельскохозяйственных наук. — М.: ИНФОРМАГРОТЕХ. — 1999. — 106 с.

УДК 336.211.1

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ ЧУВАШИИ ПО КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ

С.А. Корсикова, П. М. Сапожников
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет почвоведения, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12
Sofia.korsikova@yandex.ru

Резюме. *Определены величины удельных показателей кадастровой стоимости почв земель сельскохозяйственного назначения агроландшафтов Республики Чувашии. Наибольшие значения зафиксированы для черноземов типичных (17,29 руб./м²), наименьшие — для дерново-подзолистой почвы (1,18 руб./м²). Эрозионные процессы и переувлажнение земель может вызывать значительное (до 77,8%) снижение кадастровой стоимости.*

Abstract.*The values of specific indicators of the cadastral value of soils of agricultural land in agrolandscapes of the Republic of Chuvashia have been determined. The highest values were recorded for typical chernozems (17.29 rub/m²), the smallest — for sod-podzolic soil (1,18 rub/m²). Erosion processes and waterlogging of lands can cause a significant (up to 77,8%) reduction in the cadastral value.*

Введение. В Чувашии общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 1 миллион гектаров, половина занята пашней. В республике осуществляется множество программ развития, в том числе по такому перспективному направлению, как хмелеводство (федеральная целевая программа «Хмель России»).

Государственная кадастровая оценка земель является неотъемлемой процедурой для успешного функционирования системы земельных отношений нашей страны. В первую очередь, определение кадастровой стоимости необходимо для налогообложения и вычисления арендной платы. Источником информации для вычисления кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения являются характеристики качества почв. Эти данные базируются на материалах крупномасштабных почвенных исследований [1]. От характеристики качества почв (содержание гумуса, мощности гумусового горизонта, содержание физической глины, негативных факторов, влияющих на плодородие почв) зависит величина кадастровой

стоимости, и, как следствие, налог на сельскохозяйственные земли, который является местным налогом и остается в субъекте Российской Федерации.

Почвы Чувашской Республики отличаются заметным разнообразием. Так, почвенный покров представлен как дерново-подзолистыми почвами, так и типичными черноземами, которые имеют значительную разницу в свойствах и почвенных процессах. [2].

Согласно данным Единого государственного реестра почвенных ресурсов [3] наиболее распространенными почвами Чувашской Республики являются: дерново-подзолистые — 28,3 %, серые лесные — 30,5 %, черноземы выщелоченные — 17,1 %, светло-серые лесные — 7,9 %, остальная часть занята пойменными, темно-серыми и другими почвами.

Сельское хозяйство Чувашии распределено довольно равномерно между растениеводством (54 %) и животноводством (46 %). По данным Территориального органа службы государственной статистики по Чувашской республике больше всего посевных площадей приходится на зерновые и зернобобовые культуры, выращивают также картофель, овощи открытого грунта, масличные культуры. Во втором агроклиматическом районе республики Чувашии возделывается сахарная свекла.

Целью работы является определение дифференциации кадастровой стоимости в агроландшафтах Республики Чувашии, выявление негативных факторов, снижающих величину стоимости.

Объекты и методы исследования. Данная работа опирается на официальные, используемые в государственной кадастровой оценке земель, данные. Были использованы почвы, выделенные как наиболее распространенные для этой Республики при составлении Единого государственного реестра почвенных ресурсов и которые присутствуют в Шкалах классификации земель, разработанных ВИСХАГИ для всех субъектов Российской Федерации. Шкалы классификации составлялись с учетом агроклиматического зонирования территорий по списку оценочных групп земельно-оценочного района субъекта Российской Федерации для каждой агроклиматической оценочной подзоны. Шкалы согласованы в территориальных управлениях Росреестра Республик и являются основой для всех видов оценочных работ, для принятия управленческих решений федерального и муниципального уровней. Шкалы включают в себя информацию о содержании гумуса (%), мощности гумусового горизонта (см), содержании физической глины (%), преобладающем уклоне рельефа местности (градус) разных типов и подтипов почв. Необходимо отметить, что основой для создания этих шкал послужила информация, полученная при проведении четвертого тура земельно-оценочных работ в России (1980–1986 гг.).

Обобщенный порядок определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий определяется в соответствии с Методическими указаниями [4]. Вначале составляется перечень почв и производится определение площадей, которые они занимают на рассматриваемом участке. Дается характеристика каждой почвы с учетом ее свойств, положения в рельефе и агроклиматических показателей. Зная указанные данные, можно определить перечень культур, возможных к выращиванию на данной территории (что составляет второй этап) и составить оптимальные севообороты. Основными критериями оптимальности являются максимальная доходность и экологичность. Перечень почв, перечень культур, а также рассчитываемая на их основе нормативная урожайность каждой сельскохозяйственной культуры определяются на основе данных почвенных обследований и материалов агроклиматического районирования территорий субъектов РФ. Методом соотнесения границ участков, занимаемых выделенными почвами, определяемых по почвенным картам, и границ земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения, данные о которых содержатся в Государственном кадастре недвижимости, определяют площади выделенных типов и подтипов почв в составе оцениваемого земельного участка.

Далее определяют нормативную урожайность по формуле 1:

$$У_н = 33.2 \times 1.4 \times АП/10 \text{ x } К_1 \times К_2 \times К_3 \times К_4, \quad (1)$$

где: АП — величина местного агроэкологического потенциала (по И.И. Карманову); 10 — базовое значение величины АП; 33.2 — нормативная урожайность (ц/га) зерновых культур на

эталонной почве, соответствующая нормам нормальных зональных технологий при базовом значении АП; 1.4 — коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания; $К_1$ ... $К_4$ — поправочные коэффициенты на свойства почв.

Осуществляется расчет показателя земельной ренты для каждого севооборота $ПЗР_с$:

$$ПЗР_с = УВД_с – УЗ_с – У_{зп}, \quad (2)$$

где: $УВД_с$ — удельный валовый доход; $УЗ_с$ — удельные затраты на возделывание; $УЗ_п$ — удельные затраты на поддержание плодородия почв.

Рассчитываются удельные показатели кадастровой стоимости (УПКС) каждого типа или подтипа почв в составе земельного участка:

$$УПКС = ПЗР_{пр}/КК, \quad (3)$$

где: $ПЗР_{пр}$ — удельный показатель земельной ренты; КК — коэффициент капитализации.

Последний, заключительный шаг — расчет удельного показателя кадастровой стоимости земель оцениваемой территории (земельного участка) как средневзвешенного по площади почвенных разностей удельных показателей кадастровой стоимости почвенных разновидностей.

Для ***расчета нормативной урожайности*** были взяты следующие культуры: зерновые, картофель, многолетние и однолетние травы, сахарная свекла, подсолнечник [5].

Нормативная урожайность зерновых культур изменяется от 18,8 ц/га для черноземов выщелоченных до 37,4 ц/га для черноземов типичных, средневзвешенная нормативная урожайность зерновых — 23,2 ц/га. Для картофеля показатели нормативной урожайности отличаются на почвенных разновидностях от 150,8 ц/га для дерново-подзолистых почв до 281,7 ц/га для черноземов типичных (таблица 1).

Таблица 1. Нормативная урожайность сельскохозяйственных культур на почвах Чувашии

Почва	Показатели нормативной урожайности, ц/га.				
	Зерновые	Картофель	Свекла	Многолетние травы	Однолетние травы
Дерново-подзолистые	20,7	150,8	188,6	39,38	34,26
Дерново-карбонатные типичные	26,3	198,2	248,6	49,04	42,66
Светло-серые лесные	23,1	–	–	43,88	38,18
Светло-серые лесные	25,3	184,5	230,7	48,19	41,92
Светло-серые лесные	23,0	167,9	209,9	43,85	38,15
Серые лесные	24,1	160,3	198,1	50,23	41,52
Темно-серые лесные	23,2	–	–	40,99	35,66
Темно-серые лесные	21,2	148,8	112,6	49,95	39,12
Темно-серые лесные	28,6	215,3	285,0	50,61	44,03
Черноземы оподзоленные	35,8	269,4	356,7	63,32	55,1
Черноземы оподзоленные	37,3	281,1	372,2	66,08	57,5
Черноземы выщелоченные	18,8	–	–	33,23	28,91
Черноземы выщелоченные	27,4	206,1	272,9	48,45	42,15
Черноземы типичные	37,4	281,7	373,0	66,21	57,61
Черноземы типичные	37,3	280,6	371,5	65,95	57,38
Лугово-черноземные	21,6	162,3	199,6	54,51	40,31
Аллюв. дерн. насыщ. слоистые примитивные	–	139,1	115,1	28,6	24,88

Почва	Показатели нормативной урожайности, ц/га.				
	Зерновые	Картофель	Свекла	Многолетние травы	Однолетние травы
Аллюв. дерн. насыщ. слоистые примитивные	–	139,1	115,1	28,6	24,88
Алл. дерн. насыщ (в т.ч.зернистые)	23,9	179,6	237,8	42,22	36,74
Алл. дерн. насыщ (в т.ч.зернистые)	27,1	204,0	270,1	47,95	41,72

Помимо нормативной урожайности культур была посчитана средневзвешенная нормативная урожайность, путем умножения средней нормативной урожайности по типу-подтипу на долю, занимаемой ими площади согласно Единому Государственному реестру почвенных ресурсов (таблица 2).

Средневзвешенная нормативная урожайность зерновых близка по значениям со средней фактической урожайностью за последние пять лет (25,3 ц/га) (таблица 2, 3). Средняя фактическая урожайность картофеля 225,1 ц/га, средневзвешенная нормативная меньше на 53,9 ц/га и составляет 171,2 ц/га. Средняя фактическая урожайность и средневзвешенная нормативная урожайность свеклы практически идентичны и составляют 212,4 ц/га и 215,3 ц/га соответственно (таблица 2, 3).

Таблица 2. Средневзвешенная нормативная урожайность культур Чувашии

Средневзвешенная нормативная урожайность, ц/га				
Зерновые	Картофель	Многолетние травы	Однолетние травы	Сахарная свекла
23,2	171,2	45,4	39,2	215,3

Таблица 3. Фактическая урожайность Республики Чувашии [6]

Средняя урожайность за 5 лет	Зерновые, ц/га	Картофель, ц/га
Зерновые	26,1	225,1

Для Республики характерно превалирование фактической урожайности над нормативной, что свидетельствует о высоком уровне сельскохозяйственного производства.

Наибольший ***удельный показатель кадастровой стоимости*** в Чувашской Республике (рисунок 1) оказался у черноземов типичных — 17,29 руб/м², что связано с принадлежностью почв к зоне с высоким агроклиматическим потенциалом (АП — 6,8), так и с высокими показателями содержания гумуса (7 %), мощности гумусового горизонта (60 см), оптимальным содержанием физической глины (54 %), отсутствием негативных свойств (таблица 4). Наименьший показатель УПКС характерен для дерново-подзолистых почв — 1,18 руб/м². Почвы находятся в зоне с меньшим агроклиматическим потенциалом (АП — 6,6), имеют неблагоприятные свойства (1,6 % содержания гумуса, мощность гумусового горизонта 22 см, содержание физической глины 51 %), сильно смыты (таблица 5). Показатели кадастровой стоимости рассчитывались с помощью специального программного обеспечения [7]. Средние значения по УПКС для Чувашской Республики — 6,68 руб/м². Близкие значения кадастровой стоимости отмечены нами для почв земель сельскохозяйственного назначения Уральского Федерального округа [8].

Увеличение УПКС происходит с севера на юг, что связано с большим агроклиматическим потенциалом второй (более южной) подзоны, а также с появлением на юге наиболее благоприятных в сельскохозяйственном использовании почв (темно-серых лесных, черноземов оподзоленных, типичных и выщелоченных).

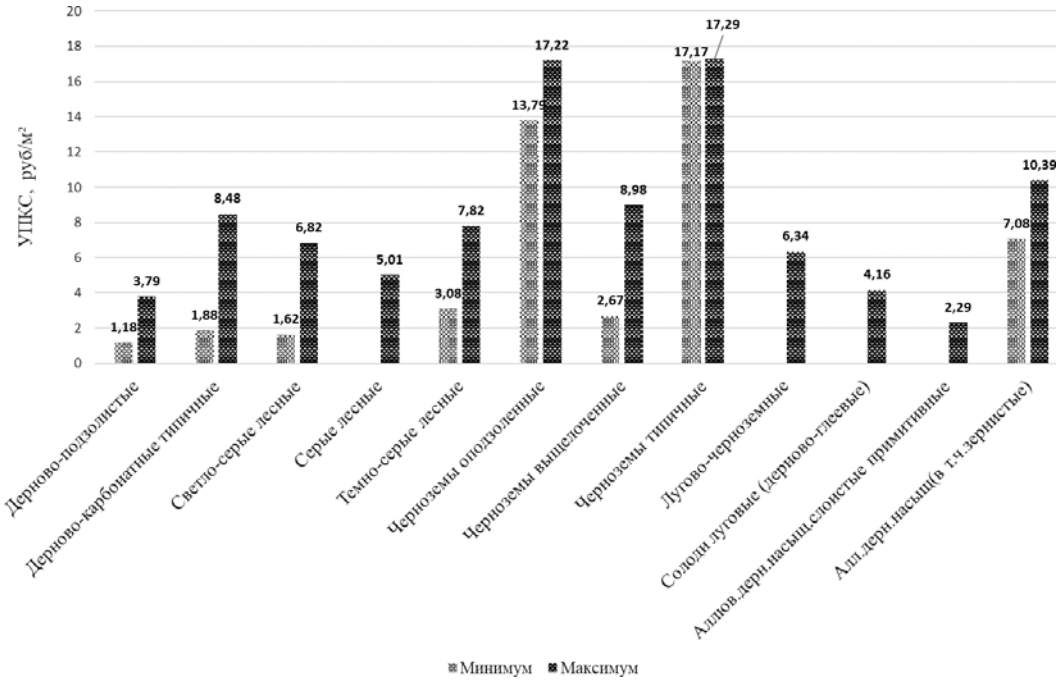


Рис. 1. Минимальные и максимальные значения УПКС для почв Чувашии

Таблица 4. Показатели УПКС для почв земель Чувашской Республики

Почва	АП	Гумус (%)	Гумус (см)	% физглины	Дополнительные свойства	УПКС, руб./м²
Дерново-подзолистые	6,6	2,2	22	32	–	3,79
Дерново-подзолистые	6,6	1,6	15	51	4	1,18
Светло-серые лесные	6,6	2	30	40	3	3,97
Светло-серые лесные	6,6	3	30	48	–	6,82
Серые лесные	6,6	4	30	39	25	5,01
Аллюв.дерн.насыщ.слоистые примитивные	6,6	2,4	30	16	–	2,29
Алл.дерн.насыщ(в т.ч.зернистые)	6,6	2,2	30	27	–	7,08
Светло-серые лесные	6,8	2,3	30	44	26	4,17
Светло-серые лесные	6,8	1,4	30	23	4	1,62
Светло-серые лесные	6,8	2,8	30	25	–	4,82
Темно-серые лесные	6,8	5,2	22	37	4	3,08
Темно-серые лесные	6,8	5,1	30	25	26	4,75
Темно-серые лесные	6,8	5,1	30	28	–	7,82
Дерново-карбонатные типичные	6,8	4	30	30	27	1,88
Дерново-карбонатные типичные	6,8	4,1	30	32	–	8,48
Черноземы оподзоленные	6,8	7	60	36	–	13,79
Черноземы оподзоленные	6,8	7	60	53	–	17,22
Черноземы типичные	6,8	7	60	54	–	17,29
Черноземы типичные	6,8	7	60	58	–	17,17
Черноземы выщелоченные	6,8	2,2	20	36	4	2,67
Черноземы выщелоченные	6,8	4,2	32	26	–	8,98

Солоди луговые (дерново-глеевые)	6,8	4	30	46	–	4,16
Лугово-черноземные	6,8	5	32	50	–	6,34
Аллюв.дерн.насыщ.слоистые примитивные	6,8	2,4	30	16	–	2,29
Алл.дерн.насыщ(в т.ч.зернистые)	6,8	2,8	30	53	–	10,39

Таблица 5. Коды дополнительных признаков

Код	Признак
3	Средне смытые
4	Сильно смытые
25	Поверхностно- и профильно-слабоглееватые
26	Поверхностно- и профильно-глееватые
27	Поверхностно- и профильно-глеевые

Заметно снижение УПКС в несколько раз для почв, подвергшихся водной эрозии, по разным типам-подтипам: показатели стоимости дерново-подзолистых почв снижается на 73,6 % с 3,79 руб/м² для почв без негативных свойств до 1,18 руб/м² для смытых почв; УПКС смытых светло-серых почв (3,97 руб/м²) на 41,8 % в отличии от несмытых (6,82 руб/м²) для первой агроклиматической подзоны, и на 66,4 % для второй подзоны (1,62 руб/м² и 4,82 руб/м² соответственно); для темно-серых почв снижение происходит на 60,6 % (с 7,82 руб/м² до 3,08 руб/м²); для черноземов выщелоченных на 70,3 % (с 8,98 руб/м² до 2,67 руб/м²).

В свою очередь, УПКС уменьшается и при проявлении другого негативного свойства — оглеения. Для светло-серых почв показатели стоимости меняются с 4,82 руб/м² до 4, 17 руб/м² для оглеенных, то есть на 13,5 %. УПКСЗ темно-серых почв снижается на 39,3 % при проявлении признака (с 7,82 руб/м² до 4,75 руб/м²), для дерново-карбонатных типичных на 77,8 % — с 8,48 руб/м² до 1,88 руб/м².

Полученные расчётные данные хорошо согласуются с утвержденными показателями кадастровой стоимости по муниципальным образованиям, утвержденным Приказом Минимущества Республики Чувашии от 14.01.2022 [9]. Максимальные показатели кадастровой стоимости зафиксированы на юге-востоке Республики, в Шемуршинском, Батыревском, Яльчикском районах, где преобладают черноземы. Средняя величина кадастровой стоимости по этим муниципальным образованиям превышает 7,0 руб/м².

Выводы. Агроландшафты Республики Чувашии дифференцированы по нормативной урожайности сельскохозяйственных культур и кадастровой стоимости. Дифференциация обусловлена агроклиматическими условиями. Агроклиматические параметры — сумма активных температур и агроклиматический потенциал выше для второй агроклиматической подзоны. В связи с этим и показатели нормативной урожайности и значения кадастровой стоимости характеризуются более высокими значениями. Эрозионные процессы и переувлажнение земель может вызывать значительное (до 77,8 %) снижение кадастровой стоимости.

Работа выполнена по теме государственного задания: «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления».

Литература

1. Сапожников П. М. Двадцатилетие кадастровой оценки в России— основные проблемы и трудности / П.М. Сапожников, Н.Г. Рыбальский // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2019. — №4. — С. 93-97.
2. Войкин Л.М. Почвы Чувашии и их рациональное использование: учебник/ Л.М. Войкин, И.М. Белков. — Чебоксары: Изд–во Чуваш–книгоиздат, 1987. — 144с.

3. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России Версия 1: коллективная монография/ под ред. А.Л. Иванова, С.А. Шобы. Отв. ред. Столбовой В.С.. — Почвенный ин–т им. В.В. Докучаева, Тула: Гриф и К. — 2014. — 768 с.

4. Сапожников П.М. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской федерации: пособие/ П.М. Сапожников, С.И. Носова. — Москва — ООО «НИПКЦ ВОСХОД–А». — 2012. — 160 с.

5. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации: справочник/ под ред. С.И. Носова. — Москва: Изд–во «Маросейка», — 2009. — 208 с.

6. Федеральная служба государственной статистики: сайт — Москва, 2022 – URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277 (дата обращения: 01.12.2022).

7. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения / Пшеничников А.П., Носов С.И., Оглезнев А.К., Бондарев Б.Е., Гладков А.А., Сапожников П.М. — Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019611028, 18.01.2019. Заявка №2018665221 от 21.12.2018.

8. Сапожников П.М. Кадастровая оценка почв земель сельскохозяйственного назначения Уральского Федерального округа/ П.М. Сапожников, А.К. Оглезнев, Ю.Н. Филипповы // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2019. — №1. — С. 24–32.

9. Об утверждении среднего уровня кадастровой стоимости земельных участков на территории Чувашской Республики: Приказ Министерства экономического развития и имущественных отношений Чувашской Республики от 14.01.2022 №4 — URL: https://docs.cntd.ru/document/578114107 (дата обращения: 01.12.2022).

УДК 630*114:631.436:630(571.15)

ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛУКА РЕПЧАТОГО

С. В. Макарычев
Алтайский государственный аграрный университет
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98
Makarychev1949@mail.ru

Резюме. *Лук репчатый влаго- и теплолюбив, поэтому в течение периода наблюдений было востребовано его орошение поливными нормами, компенсирующими дефицит влаги в корнеобитаемом слое чернозема и обеспечивающими оптимальное гидротермическое состояние для возделываемой культуры.*

Abstract. *Onions are moisture- and heat-loving, therefore, during the observation period, irrigation with irrigation norms was in demand, compensating for the lack of moisture in the root-inhabited layer of chernozem and providing optimal hydrothermal condition for the cultivated crop.*

Введение. Лук репчатый является влаголюбивой культурой. Особенно много влаги ему нужно в первую половину вегетации. В то же время само строение луковых перьев указывает на адаптацию растения к засушливой погоде, а слабая корневая система свидетельствует о высокой требовательности его к воде [1–2]. Оптимальной температурой для развития лука является 22–25°С. Кроме того, с начала и до конца созревания луковиц влагосодержание в корнеобитаемом слое (0–20 см) должно составлять 73–75 % НВ [3–4]. При дефиците почвенной влаги созревание луковиц происходит быстрее, а при ее увеличении в конце вегетации тормозит созревание. В то же время повышение урожайности луковой культуры и качество продукции зависят от оросительных мелиораций. Все сорта лука требовательны к почвенному плодородию. Оптимальными для растений оказываются богатые гумусом суглинистые и супесчаные почвы. Отсутствие новых листьев у луковой культуры обусловлено сроком

формирования и интенсивностью роста луковицы, которые определяются густотой стояния листьев, температурой, влагообеспеченностью, плодородием почвы и продолжительностью инсоляции.

Изучение закономерностей формирования гидротермического режима на территории Западно-Сибирской овощной опытной станции (ЗСООС) обусловлено необходимостью разработки приемов по целенаправленному регулированию водно-теплового состояния чернозема выщелоченного при возделывании лука репчатого [5–6]. Кроме того, изучение динамики температуры, влагосодержания и теплофизических коэффициентов в почвенном профиле в естественных условиях под овощными культурами дает возможность прогнозирования их урожайности во взаимосвязи с природными и антропогенными факторами.

Объекты и методы. Цель работы — изучение особенностей формирования гидрофизического режима и динамики коэффициентов теплоаккумуляции в корнеобитаемом горизонте чернозема, являющегося объектом изучения, под насаждениями лука репчатого сорта Сибирский. Для ее достижения были проведены измерения относительной влажности почвы весовым методом, рассчитаны общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги по А. Ф. Вадюниной [7], определен ее дефицит в течение вегетации и получены экспериментальные значения объемной теплоемкости почвы с использованием импульсного метода плоского нагревателя [8–9].

Результаты исследований. Лучшим материалом для посадки лука является севок, имеющий диаметр до 2 см. Перед посадкой его прогревают в течение недели при температуре около 35°. Для быстрого прорастания севок замачивают и высаживают при прогревании почвы до 7–8 градусов. После этого почву поддерживают в рыхлом состоянии, своевременно внося подкормку и проводя борьбу с вредителями. Обязательно проводят рыхление после полива или дождя. Для получения высокого урожая дают первую подкормку через 10–12 дней после появления всходов, а через две недели после первой проводят вторую. При полегании листьев лук убирают, оставляя лежать на земле для просушки. У высушенного лука удаляют корни и сухие листья. Подготовка почвы к дальнейшему использовпнию предполагает осеннюю вспашку, весеннее боронование, планирование участка, предпосевную культивацию на 10–15 см, нарезку борозд и гряд комбинатором КМ-5,4. В течение вегетации растения подкармливают, обрабатывают гербицидами, проводят 2–3 прополки, 3–4 полива при норме до 300 м^3 воды на гектар. Уборку однолетней культуры начинают в конце июля. После дозаривания лук убирают на хранение.

Погодные условия. В мае 2005 года было тепло и сухо. В течение месяца среднесуточная температура воздуха равнялась 11,8°С, а количество выпавших осадков составило только 2,9 мм. Ощущался значительный дефицит влаги в корнеобитаемом слое почвы. Июнь оказался теплым и влажным. Среднемесячная температура превышала 20°С, а количество осадков составило 42 мм. В июле погода была жаркой и дождливой. Средняя температура воздуха достигала 25 градусов при 119,0 мм атмосферных осадков. Август теплый и влажный при среднесуточной температуре 18 градусов и 69,3 мм осадков.

Май в 2006 году оказался холоднее и суше многолетней нормы. Среднесуточная температура воздуха едва достигала 10°С, а осадки составили только 5,2 мм. В июне воздух прогревался до 30°С, а количество дождевой влаги превысило 54.0 мм. В июле было тепло и дождливо (137,0 мм), а в августе тепло и сухо (34,4 мм).

В 2007 году май очень теплый и дождливый. Количество осадков превысило норму в два раза (55 мм), а температура воздуха составила 13°С. В июне выпало 10,0 мм дождевой влаги при среднемесячной температуре, равной 20,5°С. В июле осадки равнялись 33,5 мм при 21,2 градуса. В августе имели место дожди (37,6 мм).

Некоторые сведения о черноземе. Нужно отметить, что разновидность чернозема в гумусово-аккумулятивных горизонтах относится к среднему суглинку. Для него характерно содержание большого количества крупной пыли. В тоже время довольно много илистой фракции (до

20% в 20-ти см слое). Чернозем имеет хорошую структуру, в которой число макроагрегатов достигает 90%. Плотность сложения гумусовых горизонтов составляет от 1,12 до 1,23 г/см^3. Общая порозность значительна. В целом чернозем малогумусный.

В табл. 1 приведены результаты определения гидрофизических постоянных в корнеобитаемом пахотном горизонте и подстилающем переходном слое.

Таблица 1. ВЗ — влажность завядания растений, ВРК — влажность разрыва капиллярных связей и НВ — наименьшая влагоемкость чернозема (числитель —% от массы, знаменатель — мм)

Горизонт	Слой, см	ВЗ	ВРК	НВ
А	0–20	11,1 24,8	21,0 47,0	30,0 74,1
АВ	33–44	10,8 14,9	18,4 25,3	26,3 36,2

Подчеркнем, что их значения довольно высоки. Так, влажность завядания (ВЗ) в пахотном горизонте равна 11,1% от массы почвы или 24,8 мм, а наименьшая влагоемкость (НВ) соответственно 30,0% и 74,1 мм. В табл. 1 показано также значение влажности разрыва капиллярной влаги (ВРК), при которой нарушается связность водного тела и влага начинает распадаться на отдельные элементы. При этом резко меняются теплофизические свойства, такие как тепло — и температуропроводность. Первая при дальнейшем увлажнении перестает увеличиваться, а вторая снижается на 100–150% в зависимости от степени дисперсности.

Результаты исследований. Нами в 2005–2007 годах проведены наблюдения за формированием водного режима в черноземе выщелоченном под луковыми насаждениями, определен дефицит влаги и с помощью импульсного метода измерена объемная теплоемкость или теплоаккумуляция пахотного почвенного слоя, в котором расположена корневая система растений.

Таблица 2. Относительная влажность (U), общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги, Д — дефицит влаги и объемная теплоемкость (Cρ) под луковой культурой в корнеобитаемом слое в течение вегетации 2005 года

Показатели	Сроки наблюдений			
	30 мая	27 июня	29 июля	12 августа
U,%	18,3	16,4	20,5	20,3
ОЗВ/ПЗВ, мм	40,1 15,3	36,7 11,9	45,9 21,1	45,5 20,7
Д, мм	15,5	18,9	9,7	10,1
Cρ, 10^6Дж/(м^{3}К)	1,86	1,83	2,02	1,94

Величина влагосодержания в исследованном горизонте в течение первой полвины вегетационного периода соответствовала рангу «неудовлетворительной» и только в июле превысила 20 мм, став по А. Ф. Вадюниной «удовлетворительной». В июне ПЗВ составила только 15,3 мм, что по соотношению влагозапасов создавало дефицит доступной влаги в размере 15,5 мм (табл. 2). В связи с этим, орошение было проведено поливной нормой, равной разности НВ и ОЗВ, т. е. 35,0 л/м^2 или 350 т/га. При этом величина теплоаккумуляции достигала максимума при повышенном увлажнении (29 июля), когда достигла $2{,}02 \cdot 10^6$ Дж/(м^3·К), что на 20% больше, чем в мае.

Аналогичные наблюдения были организованы и в 2006 году (табл. 3).

Таблица 3. Относительная влажность (U), общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги, Д — дефицит влаги и объемная теплоемкость (Cρ) под луковой культурой в корнеобитаемом слое в течение вегетации 2006 года.

Показатели	Сроки наблюдений			
	31 мая	27 июня	25 июля	8 августа
U,%	18,8	17,2	23,9	19,9
ОЗВ/ПЗВ, мм	42,1 17,3	38,5 13,7	53,5 28,3	44,6 19,8
Д, мм	13,1	17,1	2,1	11,0
Cρ, 10^6Дж/(м^{3}К)	1,85	1,93	2,21	1,95

2006 год также был обделен влагой в первой половине вегетации, поскольку ПЗВ 31 мая были равны 17,3 мм, т. е. относились к рангу «неудовлетворительных». Но в конце июня они снизились до уровня 13,7 мм при дефиците доступной влаги в 17,1 мм. Поэтому был произведен полив объемом, равным 350 м^3/га. В последующие месяцы дефицит влагосодержания снизился до 2,1 мм в июле и до 11,0 мм в августе. В этом случае орошение не требовалось, поскольку урожай был собран и проходил дозаривание. В это время объемная теплоемкость имела максимальные значения (табл. 3).

В 2007 году погодные условия до середины лета оказались довольно благоприятными при малом дефиците продуктивной влаги за счет дождливого мая (табл. 4).

Таблица 4. Относительная влажность (U), общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги, Д — дефицит влаги и объемная теплоемкость (Cρ) под луковой культурой в корнеобитаемом слое в течение вегетации 2007 года

Показатели	Сроки наблюдений			
	28 мая	16 июня	21 июля	8 августа
U,%/мм	20,0	22,3	15,7	13,7
ОЗВ/ПЗВ, мм	44,8 20,0	50,0 25,2	35,2 11,0	30,7 5,8
Д, мм	10,8	5,6	20,4	24,9
Cρ, 10^6Дж/(м^{3}К)	1,85	2,12	1,81	1,64

Так, продуктивные влагозапасы в мае–июне имели ранг «удовлетворительных» при дефиците доступной влаги равной лишь 5,6 мм. Но во второй половине вегетации водная обстановка изменилась за счет иссушения пахотного слоя чернозема, поэтому в начале второй декады июля было организовано орошение нормой 300 т/га. Поскольку в начале августа лук был убран, то полив в августе отсутствовал.

С целью определения доли влияния различных природных факторов на коэффициент теплоаккумуляции или, другими словами, на объемную теплоемкость мы воспользовались информационно-логическим анализом [10]. Для этого были проведены наблюдения за плотностью сложения почвенного профиля, влажностью и гидротермическим коэффициентом (ГТК) за вегетацию лука с мая по август. Информационный анализ показал, что доля влияния на теплоемкость вышеперечисленных факторов достаточно высока, а информативность данного процесса характеризовалась ввсоким коэффициентом эффективности канала связи между названными показателями.

Зависимость величины теплоаккумуляции от степени почвенного увлажнения имела параболический характер. При повышении относительной влажности в 20-ти см слое почвы на 5% имело место увеличение теплоемкости на 1 ранг. Изменения ее по отношению к ГТК характеризовались криволинейной зависимостью. При этом минимальное значение ГТК соответствовало первому рангу теплоемкости ($1{,}0 \cdot 10^6$), а максимальное значение равнялось

$2{,}51 \cdot 10^6$ Дж/(м^3·К). С увеличением плотности чернозема наблюдался линейный рост объемной теплоемкости, но при достижении 1,4 г/см^3 ее величина практически не изменялась, поскольку всё поровое пространство было заполнено водой. Таким образом, наиболее существенный фактор влияния достигал своего максимума.

В результате коэффициент эффективности канала связи с объёмной теплоемкостью почвы показал, что изученные факторы располагались за период исследований по-разному, но в соответствии с погодными условиями. Доля участия того или иного фактора в величине объёмной теплоемкости в течение всего периода наблюдений представлена в табл. 5.

Таблица 5. Доля участия исследованных факторов на величину объемной теплоемкости

Год	2005	2006	2007
Влагосодержание	28	47	21
ГТК	25	29	17
Плотность	26	27	28

Так, в 2005 году максимальное влияние оказало почвенное увлажнение, но различия между факторами не превышали 10%. В 2006 году превалировало влагосодержание, а в 2007-м плотность сложения почвы. Таким образом, доля того или иного фактора зависела от погодных условий и формирующегося в профиле чернозема гидротермического состояния.

Выводы.

1. В 2005 году величина влагосодержания в исследованном горизонте чернозема соответствовала рангу «неудовлетворительных» ПЗВ и только в июле превысила 20 мм. В июне доступная влага составила только 15,3 мм при дефиците 15,5 мм. В связи с этим, орошение было проведено поливной нормой, равной разности НВ и ОЗВ, при которой величина теплоаккумуляции достигала максимума.

2. 2006 год был обделен влагой в первой половине вегетации. В конце июня влагозапасы упали до 13,7 мм при дефиците 17,1 мм. Поэтому был произведен полив объемом, равным 350 м^3/га. В последующие месяцы недостаток влагосодержания снизился, и ПЗВ соответствовали удовлетворительному уровню при максимальной теплоаккумуляция.

3. В 2007 году продуктивные влагозапасы в мае–июне имели ранг «удовлетворительных» при дефиците доступной влаги равной лишь 5,6 мм. Но во второй половине вегетации водная обстановка изменилась за счет иссушения пахотного слоя чернозема, поэтому в начале второй декады июля было организовано орошение нормой 300 м^3/га. Поскольку в начале августа лук был убран, то полив более не проводился.

4. Факторы влияния на коэффициент теплоаккумуляции в течение трех лет меняли свое значение. Так, в 2005 году доля влияния влажности, плотности сложения и ГТК оказались практически одинаковы. В 2006 году превалировало влагосодержание, а в 2007-м плотность сложения почвы.

Литература

1. Беляков М.А. Однолетняя культура лука репчатого в Алтайском крае / М.А. Беляков, С.В. Жаркова // Материалы Межд. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию создания ГНУ ЗСООС ВНИИО. — Барнаул, Изд-во ВНИИО. — 2007. — С. 306–310.

2. Шуин К.А. Производство овощей в Нечерноземье / К.А. Шуин, И.Т. Дудоров, П.С. Миранцов — Л., Изд-во ЛСХИ. — 1982. — С. 165–180.

3. Гринберг Е.Г. Корнеплоды, лук репчатый. — Новосибирск, Изд-во НГАУ. — 1992. — 215 с.

4. Демина Р.Ж. Режим орошения лука в дельте Волги //Картофель, овощные и бахчевые культуры. — 1983. — №9. — С. 50–56.

5. Макарычев С.В. Гидротермический режим чернозема выщелоченного при возделывании лука в условиях Алтайского Приобья / С.В. Макарычев, И.В. Гефке, А.И. Регер // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2009. — №1. — С. 29–32.

6. Болотов А.Г. Гидрофизическое состояние почв юго-востока Западной Сибири: дисс. доктора биол. наук. М., МГУ им. М. В. Ломоносова. — 2017. — 351 С.

7. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов /А. Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. — М.: Высшая школа. — 1984. — 398 с.

8. Болотов А.Г. Электронный измеритель температуры почвы / А.Г. Болотов, С.В. Макарычев, Ю.В. Беховых // Проблемы природопользования на Алтае: сб. науч. тр. АГАУ. — Барнаул, Изд-во АГАУ. — 2001. — С. 87–91.

9. Макарычев С.В. Теплофизика почв: методы и свойства / С.В. Макарычев, М.А. Мазиров. — Суздаль, Изд-во ВНИИСС. — 1996. — 231 С.

10. Пузаченко Ю.Г. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности / Ю.Г. Пузаченко, Л.О. Карпачевский, Н.А. Взнуздаев // Закономерности пространственного варьирования свойств почвы и информационно-статистические методы их изучения. − М.: Наука. — 1970. − С. 103–121.

УДК 630.114:631.436:630 (571.15)

ВОДНО- И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ДЕКОРАТИВНОЙ СИРЕНИ МАЙЕРА

С. В. Макарычев
Алтайский государственный аграрный университет
656049, Барнаул, пр. Красноармейский, 98, т. 8-906-940-57-59
Makarychev1949@mail.ru

Резюме. *Сирень Мейера обильно цветет только при орошении. Зимой под снегом температура почвы под ее насаждениями не опускалась ниже нуля, что обеспечивало летом продолжительность сроков вегетации. Летом, к концу июня имел место дефицит влаги, поэтому требовались поливы, которые играли значительную роль в процессе теплопередачи в профиле чернозема.*

Abstract. *Meyer's lilac blooms profusely only when irrigated. In winter, under the snow, the temperature of the soil under its plantings did not fall below zero, which ensured the duration of the growing season in summer. In summer, by the end of June, there was a shortage of moisture, so watering was required, which played a significant role in the heat transfer process in the chernozem profile.*

Введение. Сорт сирени Мейера является карликовым видом высотой до 1,5 метров. Крона имеет округлую форму в диаметре 1–2 метра. Зимостойкий. Сохраняется в засушливую погоду без полива довольно долго. В то же время требует своеобразного ухода, поскольку обильно цвести может только при орошении и внесении удобрений [1] для поддержания почвенного плодородия [2]. После цветения поливать нужно в жаркие дни для защиты корневой системы сирени от перегрева. Мелиоративная обрезка требуется для всех ее сортов. Основная обрезка проводится после окончания цветения. Обрезка, создающая крону, почти не используется. Длительное переувлажнение почвы способствует подъему солевого раствора из грунтовых вод в верхние почвенные горизонты. При этом декоративные культуры испытывают угнетение и плохо развиваются. Дефицит влаги при отсутствии орошения также отрицательно воздействует на растения. При умеренных поливах крона быстро разрастается, что приводит к интенсивному испарению влаги за счет транспирации [3]. Поэтому сроки и нормы полива должны соответствовать компенсации дефицита влаги. Для расчета оптимальных поливных норм требуется знание наименьшей влагоемкости (НВ) и влажности завядания (ВЗ), а также естественного увлажнения почвы. Это позволяет оптимизировать тепловое состояние и водный режим в почвенном профиле. Поскольку в условиях Приобья такие исследования в насаждениях декоративных культур отсутствуют, то [4–5], нами была поставлена **цель** про-

ведения круглогодичных наблюдений за температурой черноземов в течение нескольких лет, а также определения влагосодержания, теплопроводности и теплопотоков в летнее время под насаждениями сирени Майера.

Объекты и методы. В качестве объектов исследований нами выбраны черноземы выщелоченные под насаждениями сирени Майера на территории НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко. При этом температура измерялась программируемыми электронными термометрами [6] через каждые три часа круглогодично на глубинах 0,5, 20 и 40 см. При этом проводилась выборка ее значений каждые полмесяца в час дня и ночи. Влажность определялась методом взвешивания [7], а теплопроводность и теплопотоки рассчитывались согласно методике С.В. Макарычева [8–9].

Результаты исследований. Основными показателями, определяющими состояние приземного слоя атмосферы и почвенного покрова, являются их температура и влажность. Именно они определяют как теплофизическое, так и водно-физическое состояние корнеобитаемого слоя почвы. Естественно, что кроме указанных характеристик активную роль в формировании почвенного климата играют тепловые составляющие, такие как теплоемкость, теплопроводность и теплопоток [10], а также водные: коэффициенты испарения, фильтрации и влагоаккумуляции. Для определения этих показателей нами были установлены электротермометры, позволяющие измерять температуру почвы каждые три часа в корнеобитаемом слое на определенных глубинах. В результате был получен массив данных, который позволил провести частичный анализ полученных значений температуры. Для этого была проведена выборка данных, относящихся к началу и середине каждого месяца в час дня и ночи (табл. 1).

Таблица 1. Температура в профиле чернозема выщелоченного под насаждениями сирени в осенне–зимний период 2020 года в условиях дендрария (числитель — в 13°; знаменатель — в 1°)

01.10	15.10	01.11	15.11	01.12	15.12	01.01	15.01	01.02	15.02	01.03
0,5 см										
24,0 / 24,0	15,5 / 8,0	12,5 / 5,0	–0,5 / –1,0	–0,5 / –0,5	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0
20,0 см										
24,5 / 24,5	16,0 / 8,0	12,5 / 6,0	3,5 / 3,5	2,5 / 2,5	2,0 / 2,0	2,0 / 2,0	1,5 / 1,5	1,5 / 1,5	1,5 / 1,5	1,5 / 1,5
40 см										
22,5 / 22,0	15,0 / 8,0	12,0 / 5,5	6,0 / 4,5	5,0 / 5,0	4,0 / 4,0	3,5 / 3,5	3,0 / 3,0	3,0 / 3,0	2,5 / 2,5	2,5 / 2,5
Сумма (0,5–40,0) см										
71,0 / 70,5	46,5 / 24,0	37,0 / 16,5	9,0 / 7,0	7,0 / 7,0	6,0 / 6,0	5,5 / 5,5	4,5 / 4,5	4,5 / 4,5	4,0 / 4,0	4,0 / 4,0

Результаты измерений показали, что на первое октября профиль чернозема был прогрет до глубины 40 см до 24–22 градусов, а сумма температур в этом слое оказалась равной 71°С. Постепенное охлаждение атмосферного воздуха привело к снижению почвенной температуры. Так днем 15.10 в исследованной толще она составила 15–16 градусов, а ночью опустилась до восьми. К началу ноября ее значения оказались равны 12°С в первом случае и 5–6° во втором. Отрицательные температуры при снежном покрове в 3–5 см были отмечены на поверхности почвы 15 ноября и начале декабря. Но уже 15.12.20 под снегом толщиной 40 см они стали нулевыми и сохранялись до марта. Нижележащие слои чернозема продолжали остывать, сохраняя положительную температуру, которая в середине января составила на глубине 20 см 1,5°С и не менялась до начала весны. В нижнем слое (40 см) она была выше на полтора градуса и не зависела от времени суток.

В табл. 2 представлены температуры в профиле чернозема с начала марта и до середины июня, т. е. до тех пор, пока аккумуляторы датчиков температуры полностью не разрядились.

Таблица 2. Температура в профиле чернозема обыкновенного под насаждениями рябины за весенне–летний период 2021 года в условиях дендрария (числитель — в 13°; знаменатель — в 1°)

01.03	15.03	01.04	15.04	01.05	15.05	01.06	15.06
0,5 см							
0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	11,0/9,0	19,5/14,5	28,5/18,5	26,5/18,0
20,0 см							
1,5/1,5	1,0/1,0	0,5/0,5	0,0/0,5	7,0/7,0	8,5/8,5	11,5/11,5	12,5/12,5
40 см							
2,5/2,5	2,0/2,0	2,0/2,0	1,5/1,5	4,0/4,0	7,5/7,0	9,5/9,0	10,5/10,0
Сумма (0,5–40,0) см							
4,0/4,0	3,0/3,0	2,5/2,5	1,5/2,0	22,0/20,0	35,5/30,0	49,5/39,0	49,5/40,5

К марту мощность снежного покрова под насаждениями сирени превысила 80 см и почва была теплоизолирована от атмосферного воздуха и ее температура на глубине 0,5 см оставалась нулевой до середины апреля. В нижних слоях почвы за это время она снизилась на один градус. Резкий температурный перелом имел место 1 мая. В этот день температура почвы близ поверхности (0,5 см) оказалась равной 11°С, а ночью девяти. В подстилающих слоях процесс прогревания почвы проходил медленнее и на 20-ти и 40-ка см глубине эти температуры составили 7 и 4 градуса соответственно. Максимальные температуры воздуха и почвенного покрова были отмечены первого июня. У поверхности чернозема они достигли 28,5°С днем и 18,5° ночью. Вниз по профилю поднялись до 11,5 и 9,5 градусов на 20-ти и 40-ка см. К этому времени сумма температур на всех трех глубинах увеличилась до 49,5°С в час дня и до 40,5° в час ночи. В целом профиль чернозема под насаждениями сирени к началу вегетации оказался достаточно теплым для интенсивного развития декоративной культуры.

Оптимизация гидротермического режима возможна при изучении особенностей формирования водного режима, результаты которого представлены в табл. 3 для типичного года за все время наблюдений.

Таблица 3. Общие (ОЗВ, мм) и продуктивные запасы влаги (ПЗВ, мм) в генетических горизонтах чернозема выщелоченного под насаждениями сирени летом 2019 года

Месяц	Май		Июнь		Июль		Август	
День	10	27	12	27	15	30	12	29
Горизонт А; h = 0–31 см; ρ = 1100 кг/м^3								
ОЗВ	66,1	78,3	58,6	49,7	46,3	66,4	57,2	30,9
ПЗВ	36,2	48,2	28,5	19,6	16,4	36,2	27,5	0,8
Д	нет	нет	нет	6,3	9,7	нет	нет	25,1
Горизонт АВ; h = 31–51 см; ρ = 990 кг/м^3								
ОЗВ	51,8	50,2			30,5	31,9	36,7	36,8
ПЗВ	29,8	27,3	52,7	15,6	7,2	9,7	16,3	16,9
Д	нет	нет	нет	нет	2,5	1,1	нет	нет

В мае 2019 года в гумусово-аккумулятивном горизонте (20-ти см) общие запасы влаги составили около 50 мм, но продуктивная влага не превышала на 27.05 32 мм, что по классификации А. Ф. Вадюниной соответствовала удовлетворительному уровню. К концу июня обозначился дефицит влаги в гор. А в количестве 6,3 мм, достигший в середине июля 9,7 мм, что соответствовало поливной норме 97 т/га. Прошедшие дожди нивелировали недостаток доступной влаги, который проявился только 29 августа и достиг 25,1 мм или 251 т/га. В переходном горизонте летом складывался бездефицитный водный режим. В результате в течение вегетации имели место вполне благоприятные условия для произрастания сирени сорта Майера.

Для более полной картины формирования гидротермического состояния профиля чернозема в теплое время года в табл. 4 приведены результаты определения теплопроводности и тепловых потоков в деятельном слое почвы.

Таблица 4. Влажность (U) и теплопроводность (λ) пахотного слоя чернозема, разность температур (ΔT на 0 и 20-ти см глубине) и тепловой поток (P в слое 0–20 см) в 10° под сиренью Майера в период вегетации 2019 года

Месяц	Май		Июнь		Июль		Август	
Число	10	27	12	27	15	30	12	29
U, %	24,9	23,3	38,0	15,3	14,0	26,3	15,0	13,6
λ, Вт/(м К)	1,2	1,1	1,3	0,9	1,0	1,2	1,0	0,9
ΔT, К	4,0	1,8	1,2	2,3	2,0	3,4	3,3	1,9
P, Вт/м^2	23,3	9,1	6,9	9,8	9,6	17,6	14,8	8,6

Содержащиеся в табл. 4 значения влажности и температуры использовались для нахождения величины коэффициента теплопроводности и теплового потока в указанное время суток. Влагосодержание играло основную роль в процессе теплопередачи, ответственность за которую несла теплопроводность, которая больше тогда, когда выше почвенное увлажнение (10.05, 12.06 и 30.07). В свою очередь, разность температур определила величину теплопотока. Так, максимальный поток тепла, равный 23,3 Вт/м^2 пришелся на 10 мая, когда градиент температуры достиг 4°С. Данные табл. 4 свидетельствуют о значительных вариациях в количестве передаваемой в почве тепловой энергии, изменения которой лежат в пределе от 23,3 до 6,9 Вт/м^2 в мае и июне соответственно, т. е. их диапазон составил 240 % или 2,4 раза. В этом случае гидромелиорация и солнечная инсоляция явились наиболее действенными факторами, позволяющими регулировать аккумуляцию и распространение тепла в профиле почвы [10].

Выводы.

1. На 1 октября 2020 года сумма температур в 40-ка см слое чернозема составила 71°С. Постепенное охлаждение атмосферного воздуха привело к снижению почвенной температуры. Отрицательные температуры при снежном покрове в 3–5 см были отмечены на поверхности почвы 15 ноября, но уже 15.12.20 под снегом толщиной 45 см они стали нулевыми и сохранялись до начала апреля. Нижележащие слои чернозема продолжали остывать к середине января до +1,5°С и не менялась до начала весны.

2. К марту 2021 года мощность снежного покрова под насаждениями сирени превысила 80 см, и почва была теплоизолирована от атмосферы, а ее температура на глубине 0,5 см оставалась нулевой до середины апреля. 1 мая температура почвы близ поверхности оказалась равной 11°С, а ночью девяти. В подстилающих слоях процесс прогревания почвы проходил медленнее и на 20-ти и 40-ка см глубине эти температуры составили 7 и 4 градуса соответственно. У поверхности чернозема 1 июня они достигли 28,5°С днем и 18,5° ночью. К этому времени сумма температур на всех трех глубинах увеличилась до 50°С. В целом, профиль чернозема под насаждениями сирени к началу вегетации оказался достаточно теплым.

3. В мае в гумусово-аккумулятивном горизонте продуктивные запасы влаги составили около 32 мм. К концу июня обозначился водный дефицит, достигший в середине июля 9,7 мм, но в переходном горизонте АВ летом складывался бездефицитный водный режим. В результате в течение вегетации имели место вполне благоприятные условия для произрастания сирени сорта Майера.

4. Значения влажности и температуры использовались для нахождения величины коэффициента теплопроводности и теплового потока в указанное время суток. Влагосодержание играло основную роль в процессе теплопередачи, ответственность за которую несла теплопроводность, поэтому последняя была больше при повышенном увлажнении. Максимальный поток тепла, равный 23,3 Вт/м^2 пришелся на 10 мая, когда градиент температуры достиг 4°С, но в течение вегетации его значения колебались в пределе от 23,3 до 6,9 Вт/м^2.

Литература

1. Абаимов В.Ф. Дендрология. — М.: «Академия». — 2009. — 363 с.

2. Бурлакова Л.М. Почвы Алтайского края: учебное пособие / Л. М. Бурлакова, Л. М. Татаринцев, В.А. Рассыпнов. — Барнаул. — 1988. — 69 с.

3. Бицошвили И.А. Теплофизическая характеристика генетических горизонтов черноземов выщелоченных (на примере производственного участка НИИСС им. М.А. Лисавенко) / И.А. Бицошвили, Л.В. Лебедева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2014. — №6(116). — С. 57–61.

4. Макарычев С. В. Теплофизическое состояние черноземов плодовых садов Алтайского Приобья /С.В. Макарычев, И.В. Гефке, А.В. Шишкин. — Барнаул: Изд-во АГАУ. — 2008. — 190 с.

5. Шишкин А.В. Теплофизическое состояние выщелоченных черноземов Алтайского Приобья под облепиховыми насаждениями: диссертация канд. с-х. наук. — Барнаул. — 2008. — 137 с.

6. Болотов А.Г. Измерение температуры почв в полевых условиях // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы: материалы II межд. конф. — Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. − С. 148–150.

7. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. — М.: Агропромиздат. — 1986. — 416 с.

8. Макарычев С.В. Теплофизика почв: методы и свойства /С.В. Макарычев, М.А. Мазиров. — Суздаль: Изд-во ВНИИСХ. — 1996. — 231 с.

9. Гефке И.В. Расчет потока тепла в почве: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теплофизические основы мелиорации почв» и выполнению расчетно-графической работы. — Барнаул: Изд-во АГАУ. — 2008. — 57 с.

10. Макарычев С.В. Приемы и методы управления теплофизическим состоянием почв в условиях Алтайского края // Почвенно-агрономические проблемы Западной Сибири: сборник науч. тр. — Барнаул: Изд-во АГАУ. — 2000. — С. 34–35.

УДК 631.61; 631.8

МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ ГУМУСА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОКУЛЬТУРИВАНИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Н.С. Матюк, М.А. Мазиров, В.Д. Полин
ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А.Тимирязева», 127334, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
E-mail: nsmatukzem@gmail.com

Резюме. *В Длительном полевом опыте РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева дана оценка влияния отдельных элементов питания, их парного сочетания, а также полного минерального удобрения и его сочетания с навозом на запасы гумуса в пахотном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при ее длительном сельскохозяйственном использовании.*

Abstract.*In the long-term field experience of the RGAU-MSHA named after K.A.Timiryazev, an assessment of the influence of individual nutrition elements, their paired combination, as well as complete mineral fertilizer and its combination with manure on humus reserves in the arable layer of sod-podzolic light loamy soil during its long-term agricultural use is given. Introduction. Human economic activity is a powerful factor affecting the soil, which can both increase and decrease its potential fertility. In the first case, highly cultivated soils are formed, and in the second — poorly cultivated and even degraded soils (Sychev V.G., 2018, Shevchenko V.A., 2022).*

Введение. Хозяйственная деятельность человека — мощный фактор воздействия на почву, который может как повышать, так и снижать ее потенциальное плодородие. В первом случае формируются высокоокультуренные, а во втором — слабоокультуренные и даже деградированные почвы (Сычев В.Г., 2018, Шевченко В.А., 2022).

Использование как органических, так и минеральных удобрений приводит к изменению общего содержания гумуса, накоплению лабильных его форм, что повышает его активность и может оказать на состояние почвы не только положительное влияние, но в некоторых случаях эти изменения могут носить и негативный характер. В связи с вышеизложенным, вытекает необходимость постоянного мониторинга содержания гумуса, и разработки мер регулирования его баланса (Зинченко С.И. и др., 2022).

Теоретической основой определения оптимального содержания органического вещества для устойчивого функционирования агроэкосистем является закон возврата. Поступление свежего органического вещества должно компенсировать его потери. Определение всех, или наиболее значимых расходных и приходных статей достигается на основе балансовых количественных исследований в строго контролируемых полевых опытах. Полученные экспериментальные репрезентативные данные могут служить практической основой разработки первоочередных мероприятий по восстановлению почвенного плодородия (Зинченко С.И., 2016, Матюк Н.С., 2022).

Основным источником поступления свежего органического вещества и накопления гумуса являются сельскохозяйственные растения агроценозов. При этом наиболее важную роль играют многолетние травы. По мере увеличения в севооборотах доли однолетних и пропашных культур значительно возрастает деградация почвенного плодородия. Снижение интенсивности этого процесса успешно достигается за счет дополнительных посевов в севооборотах пожнивных, поукосных, озимых и подсевных культур, используемых на сидераты (Маюк Н.С.,2022), Мазиров М.А. и др., 2020).

Агрогенные ресурсы включают все виды нетоварной части растительной продукции, биомассу живых и отмерших организмов, сопутствующих культурным растениям. Они отличаются от других ресурсов неисчерпаемостью и высокой скоростью воспроизводства (Зинченко М.К., 2020).

Объекты и методы исследований. Исследования выполнены в Длительном полевом стационарном опыте РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, заложенном проф. А.Г. Дояренко по инициативе академика Д.Н. Прянишникова в 1912 году с целью изучения эффективности применения разных форм минеральных удобрений и сочетания NPK с навозом.

Перед закладкой опыта дерново-подзолистая легкосуглинистая почва характеризуется следующими агрохимическими показателями плодородия: содержание гумуса — 2,06%, подвижного фосфора P_2O_5 — 60, обменного калия K_2O — 50 мг/кг почвы, $pH_{сол.}$ — 5,2, Нг — 5,8 мг-экв./100 г почвы (Матюк Н.С., 2017).

Агротехника возделывания полевых культур в опыте соответствует традиционной технологии для ЦРНЗ, основанной на ежегодной вспашке на глубину 20–22 см. Фосфорно-калийные и органические удобрения, в соответствующих периоду интенсификации дозах, вносили осенью, азотные — весной под предпосевную культивацию и в подкормку озимых (таблица 1).

Таблица 1. Система удобрений по периодам функционирования длительного опыта РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева (Мазиров М. А., 2017)

Варианты опыта	N	P_2O_5	K_2O	Навоз, т/га	Общее количество				
	кг/га д.в.				кг/га			т/га	
					N	P_2O_5	K_2O	навоз	известь
1 период 1912–1938	7,5	15	22,5	18	195	390	585	486	0
2 период 1949–1954	75	60	90	20	1200	960	1450	320	9
3 период 1955–1972	50	75	60	10	900	1350	1080	180	3
4 период 1973–2022	100	150	120	20	4800	7200	5760	960	23
Всего за 1912–2022	–	–	–	–	7095	9900	8875	1946	35
В среднем за один год	–	–	–	–	64,5	90,0	80,7	17,7	0,32

Длительные стационары позволяют проводить мониторинг гумуса, содержания и круговорота питательных веществ, в том числе и микроэлементов, а также динамику загрязненности почвы тяжелыми металлами, другими токсигенами и вредными для биосферы и человека веществами. Действие многих биологических и технологических факторов на плодородие почвы и продуктивность растений становится очевидным лишь по истечении десятков лет.

Систематическое применение органических и минеральных удобрений, а также периодическое известкование, остаются наиболее эффективным средством химической мелиорации дерново-подзолистых почв и предпосылкой повышения производительности пашни. Эффективность мелиоративных приемов обусловлена различными факторами: исходными свойствами почвы, видами, дозами и сочетаниями удобрений, а также особенностями возделываемых культур (Мазиров М.А. и др., 2017).

Результаты и обсуждение. Изменение запасов органического вещества в пахотном слое дерново-подзолистой почвы определялось видами внесения однокомпонентных (азотные, фосфорные и калийные), их парного сочетания и применения полного минерального удобрения и его сочетания с навозом.

Возделываемые полевые культуры — важнейший фактор динамики изменения показателей плодородия, поскольку их пожнивно-корневые остатки являются одним из основных источников поступления в почву органического вещества и элементов питания. Растительные остатки, а также основная и побочная продукция урожая, частично используемые в животноводстве и возвращающиеся в почву в виде органических удобрений, сужают замкнутость цикла круговорота органических веществ и потока энергии в конкретном агробиоценозе.

Исследованиями установлено, что различные формы минеральных удобрений как внесенных отдельно (N, P, K), так и в различных сочетаниях определяют не только уровень урожайности возделываемых культур, но и массу растительных остатков, поступающих в почву после их уборки (табл. 2).

При возделывании полевых культур в зернопаровом севообороте решающим фактором в накопление растительных остатков являлась обеспеченность растений питательными элементами. Их масса за ротацию зернопропашного севооборота колебалось от 2,64 в вариантах без удобрений до 3,38 т/га сухого вещества на делянках с совместным внесением $N_{100}P_{150}K_{120}$ и 20 т/га навоза.

При бессменном выращивании культур наименьшее количество растительных остатков оставлял после уборки лен (0,65–1,20 т/га), а наибольшее — клевер одного года использования (4,22–4,64 т/га).

Таким образом, применяемые в опыте удобрения в различном сочетании по влиянию на накопление растительных остатков можно расположить в следующей убывающей последовательности: NPK+навоз > NPK > NP > NK, PK > N > P > K > без удобрений, а возделываемые культуры — клевер > озимая рожь > картофель > ячмень > лен.

Таблица 2. Влияние фона питания и чередования культур на накопление растительных остатков (т/га сухого вещества), в среднем за ротацию

Вариант удобрений	Севооборот	Бессменно					
		озимая рожь	картофель	ячмень	клевер	лен	В среднем за ротацию
Без удобрений	2,64	2,85	1,44	1,29	4,22	0,82	1,77
N	3,05	2,91	1,56	1,59	4,64	0,65	1,89
P	2,60	3,14	1,66	1,49	4,42	0,74	1,91
K	2,61	3,09	2,08	1,56	4,49	0,58	1,97
NP	3,16	3,58	1,72 .	1,56	4,25	0,78	1,98
NK	3,11	3,47	2,48	1,57	4,40	0,79	2,12
PK	2,91	3,58	2,64	1,92	4,59	0,80	2,26
NPK	3,35	3,33	2,94	2,37	4,59	1,20	2,24
NPK + навоз	3,38	3,70	2,96	2,37	4,52	1,12	2,96
В среднем по удобрениям	2,99±0,3	3,30±0,3	2,05±0,5	1,75±0,4	4,46±0,1	0,83±0,2	X

Длительное (110 лет) бессменное возделывание полевых культур на фоне без удобрений позволяет вычленить положительную роль отдельных растений из разных биологических групп (зерновые, пропашные, кормовые) в изменении запасов гумуса в пахотном слое дерново-подзолистых почв по сравнению с многолетней залежью и чистым паром (рисунок 1).

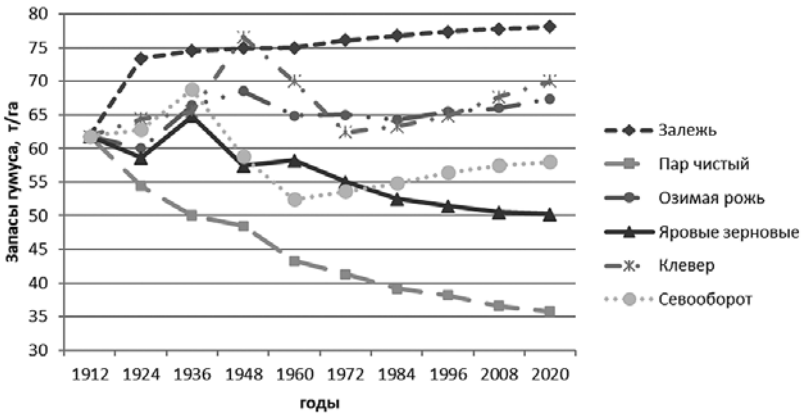


Рис. 1. Роль бессменных посевов полевых культур и севооборота в изменении запасов гумуса в пахотном слое почвы на фоне без удобрений, т/га

Нашими исследованиями установлено, что по сравнению с вечным паром под культурами, возделываемыми в опыте, значительно выше содержание и соответственно запасы гумуса, которые коррелировали с массой растительных остатков, оставляемых ими после уборки.

Анализ динамики изменения запасов гумуса показал, что из зерновых культур при длительном бессменном выращивании (110 лет), озимая рожь обеспечивала увеличение запасов органического вещества в почве до 67,4 т/га, что выше на 5,6 т/га по сравнению с исходными (61,8 т/га), то есть ее возделывание обеспечивало расширенное воспроизводство плодородия.

Длительные бессменные посевы яровых зерновых культур (овес, ячмень), которые оставляют в почве значительно меньшее количество растительных остатков, обеспечивало поддержание запасов органического вещества на уровне 50 т/га, что ниже исходного на 11,8 т/га. Наибольшее положительное влияние на увеличение запасов гумуса оказывало выращивание клевера, под посевами которого они за этот же период увеличились на 8,2 т/га.

В севообороте, где культуры сплошного сева чередуются с пропашными и полем чистого пара скорость гумификация органических остатков, имеющих разный химический состав, усиливается и запасы органического вещества стабилизируются в последние две ротации на уровне 56–58 т/га, что ниже исходных на 3–5 т/га. В результате исследований установлена сильная корреляционная связь (R^2=0,989) между количеством растительных остатков и запасами гумуса: многолетние травы на залежных землях, озимая рожь и клевер бессменно способствуют гумусонакоплению, а яровые зерновые и, особенно, чистый пар его значительным потерям.

Установлено, что вовлечение залежных земель в интенсивный сельскохозяйственный оборот при различном уровне обеспечения изучаемых в опыте вариантов энергетическими субсидиями в виде пожнивно-корневых остатков, минеральных и органических удобрений привело через 110 лет функционирования Длительного опыта к разной степени окультуренности почвы по запасам гумуса (табл. 2) в пахотном слое, а именно:

деградированные (5,8 %) — поле чистого пара в вариантах без удобрений и при внесении однокомпонентных (N, P, K), где за счет минерализации гумуса его запасы уменьшились на 11,4–16,8 т/га по сравнению с исходными (61,8 т/га);

слабогумусированные (20,3 %) — поле чистого пара с внесением парного сочетания и полного минерального удобрения, а также поле бессменного картофеля на фоне без удобрений и при внесении одно- и двухкомпонентных удобрений с запасами гумуса (26–40 т/га);

среднегумусированные (49,3 %) — поля севооборота во времени с 1972 г., во времени и пространстве с 1912 г. на всех фонах питания, поля бессменного ячменя и льна в вариантах без удобрений, а также при внесении одно- и двухкомпонентных удобрений, картофеля на фоне NPK и его сочетании с навозом с запасами гумуса 41–60 т/га;

Таблица 3. Влияние способов размещения культур и удобрений на запасы гумуса в пахотном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, т/га

Удобрения	С-рот	Бессменно						Среднее
		Чистый пар	Озимая рожь	Картофель	Ячмень	Клевер	Лен	
0	44,0[3]	23,7[1]	46,0[3]	32,1[2]	41,0[3]	57,3[3]	54,2[3]	44,0
N	51,6[3]	24,6[1]	62,2[4]	34,7[2]	47,7[3]	59,1[3]	55,4[3]	47,9
P	44,4[3]	22,2[1]	53,0[3]	29,5[2]	50,6[3]	57,3[3]	54,6[3]	44,5
K	43,8[3]	19,2[1]	50,1[3]	34,2[2]	46,6[3]	58,8[3]	54,2[3]	43,8
NP	49,4[3]	26,7[2]	67,6[4]	38,0[2]	51,0[3]	53,6[3]	50,0[3]	48,0
NK	57,0[3]	26,7[2]	66,4[4]	37,4[2]	56,8[3]	60,7[4]	59,2[3]	52,0
PK	45,6[3]	30,0[2]	72,6[4]	39,0[2]	54,7[3]	71,1[4]	54,3[3]	52,5
NPK	53,0[3]	30,0[2]	76,5[4]	50,4[3]	61,5[4]	78,6[4]	59,2[3]	60,6
NPK+H	57,4[3]	35,1[2]	72,6[4]	53,5[3]	64,6[4]	80,0[4]	74,1[4]	60,2
Навоз	–	36,0[2]	78,9[4]	52,4[3]	66,5[4]	79,6[4]	76,6[4]	65,0
В сред.	49,6[3]	27,4[2]	65,6[4]	40,1[3]	54,1[3]	65,5[4]	59,2[3]	–

Примечание. 1 — деградированные (запасы гумуса менее 25т/га); 2 — слабогумусированные (26–40); 3 — среднегумусированные (41–60); 4 — сильногумусированные (61–100).

сильногумусированные (24,6 %) с запасами гумуса более 60 т/га — поля бессменной озимой ржи и клевера на фонах двухкомпонентных (NK, PK, NP), а также с внесением полного минерального удобрения и его сочетания с навозом.

Выводы. Анализ данных запасов гумуса за 110-летний период подтверждает общую закономерность, что при отсутствии растительного покрова его динамика имеет ярко выраженный убывающий характер в первые 25–30 лет функционирования опыта, а в дальнейшем сглаживается, достигая экологического квазиравновесия на уровне 1,0–1,1 % или при запасах 35–36 т/га. Систематическое обогащение почвы органическим веществом в дозе 17,3 т/га навоза и 2,5–3,2

т/га пожнивно-корневых остатков ежегодно замедляет процессы минерализации, обеспечивая стабилизацию запасов гумуса на уровне 65–70 т/га при бессменном выращивании озимой ржи и клевера, что близко к его запасам в почвах многолетней залежи. Возделывание культур в парозернопропашном севообороте стабилизирует его запасы на уровне 56–58 т/га.

Литература

1. Зинченко М.К. Трансформация биологических свойств серой лесной почвы агроландшафтов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия. — Иваново: ПресСто. — 2020. — 144с.

2. Зинченко С.И. Развитие корневой системы зерновых культур в агроэкосистемах / С.И. Зинченко// В сборнике: Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства. — Суздаль: ИПК «ПресСто». — 2016. — С. 80–95.

3. Зинченко С.И. Научные основы защиты почв от деградации: учебник / С.И. Зинченко, Н.С. Матюк, М.А. Мазиров и др.. — Иваново: ПресСто. — 2022. — 316 с.

4. Мазиров М.А. Разработка экологически безопасных приемов антропогенного воздействия на агроэкосистемы: учебное пособие / М.А .Мазиров, Н.С. Матюк, О.А. Рагимов и др. — Владимир: Изд-во ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. — 2017. — 116 с.

5. Мазиров М.А. и др. Изменение агрохимических показателей плодородия почвы при длительном окультуривании / М.А. Мазиров, Н.С. Матюк, В.Д. Полин, Н.В. Малахов // Владимирский земледелец. — 2017 г., №1 (79). — С. 15–19.

6. Мазиров М.А. и др. Основы агрономии: учебник / Матюк Н.С., Полин В.Д., Николаев В.А. — М. КНОРУС. — 2020. — 214 с.

7. Матюк Н.С. Земледелие: учебник для вузов / Н.С. Матюк, М.А.Мазиров, В.Д.Полин, В.А Николаев. — Санкт-Петербург; Лань. — 2022. — 268 с.

8. Матюк Н.С. Изменение плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности агробиоценозов при длительном окультуривании / Н.С Матюк, М.А. Мазиров, В.Д. Полин и др. // В сборнике: Воспроизводство плодороия почв и создание устойчивых агробиоценозов. — Материалы Международной научно-практической конференции «110 лет Длительному полевому стационарному опыту РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева». — М., Изд-во РГАУ- МСХА им. К.А.Тимирязева. — 2022. — С. 4–20.

9. Сычев В.Г. и др. Оценка результатов мониторинга содержания и баланса гумуса в длительных опытах Геосети / В.Г. Сычев, Л.К. Шевцова, Г.Е. Мерзлая, М.В. Беличенко // Плодородие. — 2017 г., №6 (99). — С. 28–30.

10. Сычев В.Г. и др. Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почвы / Сычев В.Г., Шевцова Л.К., Мерзлая Г.Е. // Агрохимия. — 2018 г., №2. — С. 3–21.

11. Шевченко В.А. Регулирование потоков биогенных элементов в агроэкосистемах осваиваемых и старопахотных земель Нечерноземной зоны / В.А. Шевченко, Н.С. Матюк, А.М. Соловьев и др. — М.: ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова». — 2022. — 161с.

УДК 631.1:631.51:631.445.24

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В.А. Николаев, Л.И. Шигрова, М.А. Воронов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева»

Тимирязевская улица, д. 49, г. Москва, 127422, Российская Федерация

E-mail: shchigrova@mail.ru

Резюме. *Рассматривается влияние разных по интенсивности способов обработки на изменения агрофизических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в зернопропашном севообороте. Показано, что применение прямого посева за счет уменьшения механического воздействия обеспечивает благоприятное структурное состояние, а также повышает количество водоустойчивых агрегатов в почве.*

Abstract. *The influence of processing methods of different intensity on changes in the agrophysical properties of sod-podzolic light loamy soil in the grain-tillage crop rotation is considered. It is shown that the use of direct sowing by reducing the mechanical impact provides a favorable structural condition, and also increases the number of waterproof aggregates in the soil.*

Введение. Одним из основных факторов высокой и стабильной продуктивности сельскохозяйственных растений и устойчивости земледелия является оптимизация питательного, водного и воздушного режимов почвы с учетом биологических особенностей возделывания культур и почвенно-климатических условий [3,4].

Основная задача земледелия и мелиорации — временное или коренное улучшение физических свойств почвы. При этом для зон недостаточного увлажнения разрабатывают приемы, способствующие накоплению и сохранению влаги. В зоне избыточного увлажнения агротехнические и мелиоративные мероприятия, наоборот, должны быть направлены на уменьшение содержания влаги в почве и увеличение ее аэрации [6].

Благоприятные физические свойства — основа и необходимое условие реализации потенциального почвенного плодородия для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Важная роль при этом отводится способу, глубине и интенсивности перемешивания почвы, определяющих скорость минерализации и доступность питательных веществ [2,5].

Целью наших исследований являлось изучение приемов и способов оптимизации агрофизических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы вследствие снижения интенсивности механического воздействия.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на опытном поле ЦТЗ, в РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Объектом исследования являлись дерново-подзолистые почвы. Культура озимая пшеница, которая чередовалась в зернопропашном севообороте: викоовсяная смесь на зеленый корм — озимая пшеница + горчица белая на сидерат — картофель — ячмень. В данном опыте изучали две системы основной обработки почвы — отвальную (ежегодная вспашка на глубину 20–22 см) и минимальную (прямой посев на озимой пшенице) на глубину 12–14 см комбинированным агрегатом Pegasus [1]. Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми, легкосуглинистыми почвами. Содержание гумуса в пахотном слое (0–20 см) — от 2,0 до 2,5 % (по Тюрину), обеспеченность общим азотом (по Корнфилду) низкая — 35,5 мг/кг почвы, тогда как обеспеченность подвижным фосфором (по Кирсанову) высокая — (200–250 мг/кг почвы). Содержание обменного калия (по Масловой) средняя — (150–200 мг/кг почвы). pH водной вытяжки колеблется в пределах от 5,8 до 6,2.

Почвенные образцы отбирали в два срока (начало и конец вегетации культуры).

При проведении исследований использовали следующие методики:

1. Влажность определяли термостатно-весовым методом.

2. Плотность сложения определяли послойно через 10 см на глубину 30 см, объемно-весовым методом, с помощью бура (цилиндра) А.Н. Качинского, с объемом 200 см^3.

3. Агрегатный состав — просеиванием воздушно-сухой почвы на ситовом анализаторе AS-200.

4. Общую пористость и скважность аэрации — расчетным методом.

5. Учет урожая полевых культур — сплошным методом (Б.А. Доспехов, 1979 г.)

Результаты и их обсуждение. Плотность почвы, как один из фундаментальных показателей ее плодородия, в вариантах с различной интенсивностью основных обработок непосредственно после их проведения определялась способом и глубиной рыхления (рис. 1).

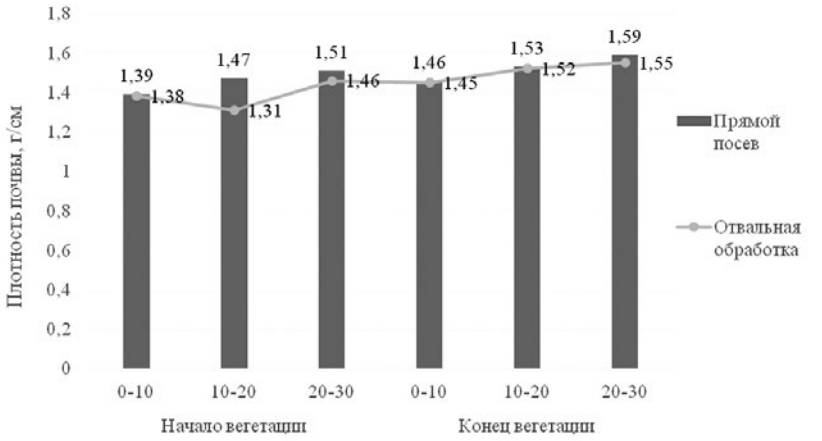


Рис. 1. Влияние разных способов обработки на плотность почвы под посевами озимой пшеницы, г/см³

Наиболее рыхлое сложение слоя почвы (0–30 см) наблюдали после вспашки оборотным плугом Eur Opal 7 на глубину 20–22 см (1,39 г/см³). Следует отметить, что обрабатываемые (0–10 и 10–20 см) слои почвы имели значительно меньшую плотность (1,31–1,38 г/см³) по сравнению с неразрыхленным (20–30 см), где она составила 1,46 г/см³. Отсутствие механического воздействия на почву при прямом посеве привело к переуплотнению как пахотного, так и подпахотного слоев в среднем от 1,43 до 1,51 г/см³ по сравнению с аналогичными слоями на вспашке, где плотность сложения была меньше на 0,09 и 0,05 г/см³ соответственно.

Рост корней существенно замедляется при содержании в почвенном воздухе менее 15 объемных процентов кислорода (Шеин Е.В., 2007). По результатам наших исследований, пористость аэрации, как показатель скорости газообмена между почвой и атмосферой, зависела в основном от плотности ее сложения и влажности. В течение всего вегетационного периода пористость аэрации не опускалась ниже оптимальных значений (рис. 2).

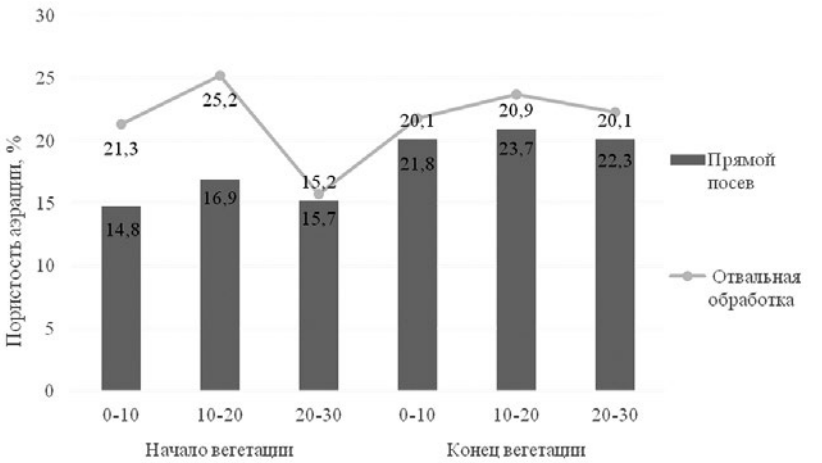


Рис. 2. Пористость аэрации почвы в зависимости от способов обработки, %

Однако уменьшение интенсивности обработки приводило к снижению пористости аэрации и достигала критического уровня. Так, в условиях избыточного (2016 г.) увлажнения и переуплотненности почвы на прямом посеве пористость аэрации в период возобновления вегетации в верхнем слое составила 14,8 %.

Анализ структурного состояния почвы под посевами озимой пшеницы показал, что способ, глубина и интенсивность обработки оказывали влияние на содержание агрономически ценных агрегатов и их водопрочность. В среднем за вегетационный период наибольшее содержание агрономически ценных агрегатов размером 0,25–10 мм в слое (0–20 см) отмечали на прямом посеве — 50,2 %, что на 3,9 % выше по сравнению со вспашкой (табл.1).

Таблица 1. Структурно-агрегатный состав почвы под посевами озимой пшеницы, 2016 г.

Культура	Варианты обработки	Слой почвы, см	Сухое просеивание	Мокрое просеивание
			Содержание фракций, %	
			Агрономически ценная (0,25–10 мм)	Водопрочная (более 0,25 мм)
Озимая пшеница	Прямой посев	0–10	42,7	31,2
		10–20	57,7	29,6
		20–30	54,6	29,2
	Отвальная	0–10	34,8	30,8
		10–20	57,8	24,4
		20–30	53,6	22

Наиболее качественным показателем изменения структуры почвы является содержание водоустойчивых (> 0,25 мм) агрегатов. Применение прямого посева способствовало к увеличению количества водопрочной макроструктуры как в пахотном слое в среднем до 30,4, так и в подпахотном — 29,2 %, при ежегодной вспашке на глубину 20–22 см содержание водоустойчивых агрегатов снижалось соответственно до 27,6 и 22,0 %.

Выводы:

1. Отсутствие механического воздействия (прямой посев) не приводило к значительному ухудшению агрофизических свойств пахотного (0–20 см) слоя почвы.

2. Наиболее благоприятное структурное состояние корнеобитаемого слоя почвы складывается на варианте с прямым посевом: содержание агрономически ценной фракции (50,2 %); количество водоустойчивых агрегатов (30,4 %).

Литература

1. Беленков А.И., Николаев В.А., Шитикова А.В. Агроэкологическая концепция исследований и агрофизические свойства почвы в посадках картофеля полевого опыта ЦТЗ // Агрофизика. — 2011. № 3. — С. 5–14.

2. Матюк Н.С., Полин В.Д., Николаев В.А. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений // Владимирский земледелец. — 2015. — № 2 (72). — С. 12–14.

3. Матюк Н.С., Полин В.Д. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: — учебное пособие /Н.С. Матюк, В.Д. Полин. — М.: Изд. РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. — 2013. — С. 23.

4. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. // Земледелие. — № 5. — 2015. — С. 20.

5. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. — М.: ВНИИА. — 2012. — С. 217.

6. Теории и методы физики почв: Монография. Под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. — М.: Гриф и К. — 2007. — 616 с.

УДК 631.4

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР)

Р.Д. Петросян
ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»
Владимирская обл., Суздальский район, пос. Новый, ул. Центральная, 3
E-mail: petrosyan_rafael@mail.ru

Резюме. *Приведены подходы по оптимизации структуры зерновых культур Владимирской области на основе геоинформационной базы почвенно-ресурсных данных. Критерием оптимизации может выступать совпадение доли культуры в структуре посевных площадей (актуальная посевная площадь) с площадью максимально пригодных почв под данную культуру (потенциальная посевная площадь).*

Abstract. *Approaches for optimizing the structure of grain crops in the Vladimir region based on the geoinformation database of soil resource data are presented. The optimization criterion can be the coincidence of the share of crops in the structure of sown areas (actual sown area) with the area of the most suitable soils for this crop (potential sown area)*

Введение. Важнейшей задачей региона является достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства, надежное обеспечение населения продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем (Ненайденко, 2012, Государственная, 2012).

Устойчивое увеличение производства продукции растениеводства может быть достигнуто за счет полного использования потенциала почвенных ресурсов региона. Критерием оптимизации может выступать совпадение доли культуры в структуре посевных площадей (актуальная посевная площадь) с площадью максимально пригодных почв под данную культуру (потенциальная посевная площадь) в области. Очевидно, что предлагаемый подход является упрощением, поскольку не учитывает экономико-технологический аспекты производства.

Вместе с тем известно, что нарушение принципа размещения сельскохозяйственного производства в соответствие с пригодностью почв является основной причиной развития деградации (Oldeman, 1990). Иными словами, затраты ресурсов на оптимизацию посевных площадей окупятся сохранением качества пашни в перспективе.

Материалы и методы. Работа выполнена на основе новой геоинформационной базы почвенно-ресурсных данных Владимирской области (БД ПРВО) на платформе Реестра почвенных ресурсов Владимирской области (Реестр, 2021). БД ПРВО — это новая генерация интегрированных (включающих комплекс природных и природно-хозяйственных характеристик) отраслевых баз почвенно-ресурсных данных регионального уровня, имеющих цель почвенно-информационного сопровождения государственной политики сельскохозяйственного производства в области рационального использования и охраны почв. БД ПРВО включает разнообразные почвенные характеристики, параметры природных условий сельскохозяйственного производства, включая: 111 почвенно-ресурсных типологических единиц, 175 почвенно-ресурсных картографических единиц сельскохозяйственных угодий области. Интеграция природных и природнохозяйственных данных осуществлена в среде QGIS. БД ПРВО также включает расчетные показатели качества почв, выраженные в баллах бонитета почв в нормативной урожайности зерновых культур (Столбовой, Гребенников, 2020; Столбовой и др., 2021; Реестр…, 2021). Таким образом, БД ПРВО содержит пространственно-распределенные критерии качества почв необходимые для обоснования оптимизации структуры сельскохозяйственных культур.

Результаты и обсуждение.В качестве примера оптимизации структуры посевных площадей рассмотрим размещение производства зерновых культур, которые в среднем по области занимают около 24 % пахотных угодий (рис. 1).

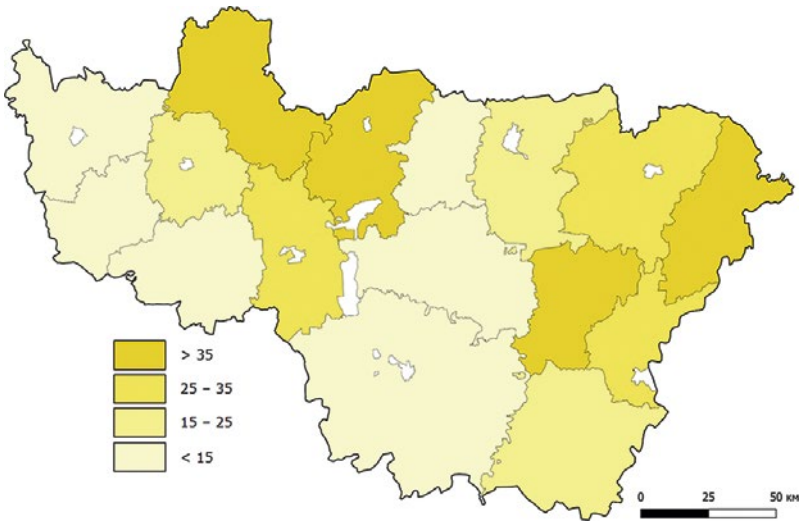


Рис.1. Современная структура посевных площадей зерновых культур региона, (%)

Актуальная структура посевных площадей зерновых культур представлена на (рис. 1). Из рисунка видно, что наиболее интенсивно (более 35 % от общей посевной площади) используются земли для выращивания зерновых культур в центральной (Суздальский (44 %), Юрьев-Польский (43 %)) и восточной частях региона (Гороховецкий (36 %), Селивановский (36 %)).

Потенциал производства зерновых культур определен для каждой ПРТЕ. Затем выбраны ПРТЕ с нормативной урожайностью зерновых культур (17 ц/га и выше) и рассчитана их доля в посевной площади административного района (рис. 2). Наиболее значимый потенциал (более 35 % пригодной посевной площади) выявлен в северо-западной части региона, в ареале распространения серых лесных и светло-серых лесных пахотных почв в Александровском (40 %), Кольчугинском (53 %), Юрьев-Польском (44 %), и Суздальском районах (42 %).

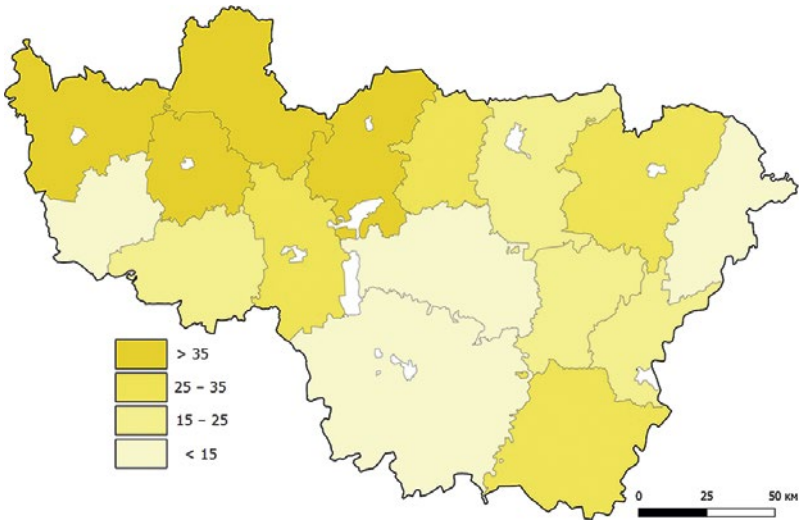


Рис.2. Потенциал производства зерновых культур, (%)

Также существенный потенциал (25–35 % пригодной посевной площади) выявлен в ареале распространения дерново-подзолистых преимущественно неглубокоподзолистых пахотных почв в восточной и юго-восточной частях региона, в таких районах как: Меленковском (26 %), Камешковском (27 %), Вязниковском (30 %) и Собинском (30 %).

В основе оптимизации определена разница между актуальной и потенциальной посевными площадями зерновых культур (рис. 3).

Рис.3. Оптимизация посевных площадей зерновых культур (%)

Наименьший потенциал пригодной площади для производства зерновых культур отмечен в Киржачском (1 %) и Гусь-Хрустальном (4 %), где в основном представлены дерново-подзолистые глееватые пахотные почвы. Для остальных районов показатели этого потенциала варьируют в пределах 11–25 % пригодных площадей.

Выявлены территории с возможностью существенного увеличения (более 15 %) площади посевов зерновых культур. К таким территориям относятся Александровский (27 %), Кольчугинский (29 %) и Камешковский (19 %) районы.

В центральной части региона обнаружены районы, для которых актуальные и потенциальные посевные площади зерновых приблизительно (±5 %) совпадают, т.е. для этих районов изменение посевных площадей не предусмотрено. К таким районам отнесены Собинский (2 %), Юрьев-Польский (0 %), Суздальский (–1 %), Гусь-Хрустальный (–1 %), Судогодский (–2 %), Вязниковский (–5 %) (в скобках указана разница между актуальной и потенциальной площадями посевов зерновых).

Небольшое сокращение посевных площадей предлагается (от –5 до –15 %) в Ковровском (–6 %), Киржачском (– 14 %), и Муромском (–15 %) районах.

К районам, где рекомендуется существенно сократить (более –15 %) посевные площади зерновых культур, отнесены Селивановский (–18 %) и Гороховецкий (–21 %) (табл. 1).

Таблица 1. Оптимизация структуры посевных площадей зерновых культур

Административный район	Современная структура, %	Потенциал, %	Оптимизация, %
Гороховецкий	36	15	–21
Селивановский	36	18	–18
Муромский	33	18	–15
Киржачский	15	1	–14
Ковровский	24	18	–6
Вязниковский	35	30	–5
Судогодский	13	11	–2
Гусь-Хрустальный	5	4	–1
Суздальский	43	42	–1
Юрьев-Польский	44	44	0
Собинский	28	30	2
Меленковский	19	26	7
Петушинский	7	22	15

Административный район	Современная структура, %	Потенциал, %	Оптимизация, %
Камешковский	8	27	19
Александровский	13	40	27
Кольчугинский	24	53	29

Наиболее перспективными районами для потенциального развития и увеличения доли площадей производства зерновых культур являются Петушинский, Камешковский, Александровский и Кольчугинский.

Литература

1. Ненайденко Г.Н., Перспективы обеспечения населения Владимирской области продовольствием, Ненайденко Г.Н, Ильин Л.И., Окорков В.В — Владимирский земледелец, № 4 (62). — 2012.

2. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Владимирской области на 2013–2020 годы, утвержденная Постановлением Губернатора от 25 сентября 2012 г. N 1065 / Электронный фонд нормативно-технических документов // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/424086432

3. Oldeman L. R. World map of the s tatus of. human-induced soil degradation: an explanatory note, Wageningen / Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., W.G. Sombroek W.G.: ISRIC, I11, 1990. — 41 p

4. Петросян Р.Д., Столбовой В.С., Ильин Л.И., Шилов П.М., Корчагин А.А., Бибик Т.С., Винокуров И.Ю., Окорков В.В., Лукьянов С.Н., Софронова Т.А., Черашева Т.А.. Реестр почвенных ресурсов Владимирской области. Версия 1.0 / Коллективная монография. — Иваново: ПресСто. — 2021. — 288 С.

5. Столбовой В.С., Гребенников А.М., Оглезнев А.К., Иванов А.Л., Ильин Л.И., Колесникова Л.Г., Петросян Р.Д., Шилов П.М., Филь П.П., Корчагин А.А. Реестр индикаторов качества почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. Версия 1.0 / Коллективная монография. — Иваново: ПресСто. — 2021. — 260 С.

6. Столбовой В.С., Петросян Р.Д., Шилов П.М., Лукьянов С.Н. Повышение эффективности вложений на обследование неиспользуемых земель в целях их возвращения в сельскохозяйственный оборот // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. — 2021. Вып. 108. — С. 92–116. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-108-92-11.

УДК 504.054:546.42]:634.75

НАКОПЛЕНИЕ В ОДНОЛЕТНЕЙ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ^{90}Sr ПРИ ЗАГЛУБЛЕНИИ ЕГО НА 50 см В ПОЧВУ ЧЕРНОЗЕМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ

В.А. Погорелова, А.И. Мельченко, Н.В. Чернышева, Е.А. Мельченко
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, улица Калинина, 13
vikkim88@mail.ru

Резюме. *В полевых условиях Краснодарского края получены экспериментальные данные о накоплении ^{90}Sr в травянистой растительности плодового агроценоза. Определено различие в содержании радионуклида в зависимости от вида травянистых растений и их биологических особенностей. Рассчитан коэффициент перехода для изученных травянистых растений.*

Abstract. *Experimental data on the accumulation of ^{90}Sr in the herbaceous vegetation of the fruit agrocenosis were obtained in the field conditions of the Krasnodar territory. The difference in the radionuclide content was determined depending on the type of herbaceous plants and their biological characteristics. The transition coefficient for the studied herbaceous plants is calculated.*

Климатические и почвенные условия Краснодарского края позволяют выращивать многие сельскохозяйственные растения.

Большие территории занимают зерновые культуры, овощные растения и плодовые насаждения [1].

В связи с возможным радиоактивным загрязнением сельскохозяйственных угодий, из-за аварийных ситуаций на АЭС и предприятий ядерного топливного цикла, исследования, направленные на изучение перехода и накопления радионуклидов в растения, приобретают актуальное значение. Радиоактивные вещества могут накапливаться не только в специально выращиваемых человеком растениях, но и в сопутствующих. В саду, при выращивании семечковых пород нами были обнаружены различные виды сорной растительности. Для исследований возможного накопления изучаемого радионуклида в травянистой растительности при радиоактивном загрязнении территории были выбраны вьюнок полевой, пырей ползучий, осот розовый, куриное просо. Выбранные сорные растения входят в перечень наиболее часто встречаемых на территории плодового сада. Кроме того, изучая эти растения, нами преследовалась цель — изучить влияние некоторых их биологических особенностей на накопление загрязнителя. В первую очередь внимание было направлено на глубину залегания корневой системы, так как в опыте изучали вариант, при котором радионуклид располагался в почве на глубине 50 см.

В полевых условиях ВНИИБЗР г. Краснодара был заложен сад семечковых древесных насаждений.

Схема расположения опытных делянок — рядовым способом. Площадь питания растений 24 м^2 (то есть рекомендованные для древесных семечковых пород 6×4 м). Глубина расположения радионуклида в почве — 50 см. Повторностей в опыте — 6. По краям опытных делянок расположены защитные растения. Уровень загрязнения опытного участка ^{90}Sr составил 250 МБк/м^2 [2,3].

Испытания по признаку радиоактивного загрязнения выполнены на приборе УСК «Гамма Плюс» по методике измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением программного обеспечения «Прогресс». Методика разработана ГП ВНИИФТРИ и утверждена Госстандартом России 05.05.1996 г. Настоящая методика является основной в определении значений активности бета-излучающих радионуклидов в счетном образце и позволяет выполнить расчет погрешности каждого измерения. Для регистрации бета-излучения от счетного образца используется бета-спектрометрический тракт со сцинтилляционным блоком детектирования (СБД). Почва — чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный [4]. По окончании эксперимента результаты обрабатывали методами математической статистики. В почву внесен радионуклид ^{90}Sr. Известно, что стронций, в отличие от цезия, в почве продолжительное время находится в мобильной форме. По этой же причине он дольше и больше может накапливаться в растениях. Стронций имеет степень окисления 2^+ и в почвенном растворе находится в виде катионов [5].

Для борьбы с сорной растительностью используют различные варианты — гербициды, биологические варианты и, конечно, агротехнические. Одним из агротехнических способов борьбы с сорной растительностью и насекомыми-вредителями — глубокая вспашка. Конечно, преимуществ она дает не мало — это и перемещение семян сорной растительности на большую глубину, из которой многие из них не смогут прорасти — не хватит энергии прорастания. Кроме этого, при выпадении загрязненных осадков на поверхность почвы они могут быть перемещены в более глубокий слой почвы, после чего они становятся менее доступны для некоторых видов растений. Однако на практике следует выяснить, как поведет себя загрязнитель, оказавшись на глубине, сколько его накопится в травянистой растительности и затем включится в пищевую цепь животных. В связи с этим появилась задача — изучить миграцию и накопление радионуклида в травянистой растительности при использовании предлагаемого агротехнического приема.

Экспериментальные данные о накоплении в вегетативной массе вьюнка полевого и пырея ползучего изучаемого радионуклида, при расположении его в почве на глубине 50 см, приведены на рисунке 1.

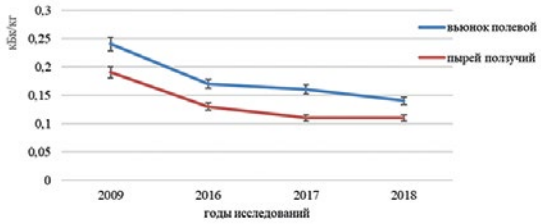


Рис. 1. Удельная активность ^{90}Sr в вегетативной массе вьюнка полевого и пырея ползучего, (2009 г., 2016–2018 гг.)

За период исследований происходит постепенное снижение содержания изучаемого радионуклида в вегетативной массе травянистой растительности. В результате полевого эксперимента установлено, что по интенсивности снижения изучаемого радионуклида в исследуемой травянистой растительности существенной разницы не обнаружено.

Различие в накоплении ^{90}Sr в вегетативной массе вьюнка полевого и пырея ползучего не большое. Однако оно все же есть: в 2009 г. больше загрязнителя накопилось вьюнке полевом, чем в пырее ползучем в 1,3 раза, в 2016, 2017 и 2018 г. — в 1,1 раза.

Основная масса корневой системы, как у вьюнка полевого, так и у пырея ползучего расположена ближе к поверхности почвы. Однако у вьюнка полевого некоторые корни уходят в почву глубже указанной. Поэтому накопление радионуклида в изучаемых растениях все же имеет различие. В целом оно для обоих исследуемых растений не велико. Значительна часть корневой системы этих растений долгого и тесного контакта с загрязнителем, расположенным на глубине 50 см не имеет.

Исследование накопления загрязнителя в вегетативной массе травянистой растительности является важным этапом в изучении миграции его в агроэкосистеме. Во-первых, радионуклид передвигаясь по пищевой цепи «почва-растение-животное» может накапливаться не только в растениях, но и в животных, питающихся ими, во-вторых, накопление может происходить не только в травоядных животных, но и из почвы — в животных, для которых почва — «дом» и, в-третьих, при попадании загрязнителя в почву очень важно знать, какая его часть попадет в животных, а какая останется в почве и будет в ней мигрировать.

Изучая травянистую растительность в саду, нами были обнаружены представители с мочковатой и стержневой корневой системой. При расположении радионуклида на глубине 50 см накопление в вегетативных органах травянистых растениях будет различным.

Информации на сколько оно будет отличаться в условиях Краснодарского края на почве чернозем выщелоченный было очень мало [6–8]. Этот пробел восполнен.

Результаты исследований на территории сада по накоплению в вегетативной массе травянистой растительности изучаемого техногенного радионуклида, при расположении его в почве на глубине 50 см, приведены на рисунке 2.

Различие в накоплении загрязнителя в вегетативных органах изучаемых растений не большое. В 2009 г оно составляло в 1,1 раза, в 2016, 2017 и 2018 гг. оно так же не было существенным (соответственно в 1,2; 1,2 и 1,2 раза). Тем не менее, несколько больше его накопилось в вегетативной массе проса куриного.

Определенную роль в этом различии сыграли их биологические особенности [9].

Корневая система осота розового залегает на глубине 70 см тогда, как у проса куриного основная масса корней расположена на глубине около 50 см. Оба эти растения в процессе своего роста и развития имеют более тесный контакт с радионуклидом, который расположен на

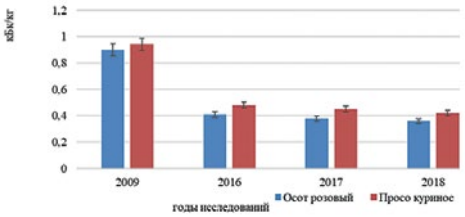


Рис. 2. Удельная активность ^{90}Sr в вегетативной массе осота розового и проса куриного, (2009 г., 2016–2018 гг.)

глубине 50 см. При небольшом различии в накоплении загрязнителя в изучаемых растениях (рис. 2) было установлено, что в травянистой растительности со стержневой корневой системой ^{90}Sr накапливается больше, чем в растениях с мочковатой корневой системой.

В процессе исследований было установлено существенное различие в накоплении ^{90}Sr в вегетативных органах травянистой растительности со стержневой корневой системой и мочковатой (рис. 3).

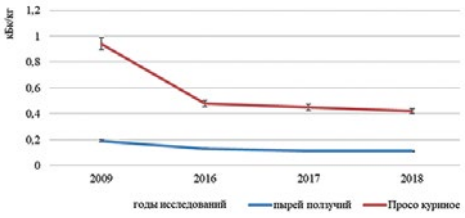


Рис. 3. Удельная активность ^{90}Sr в вегетативных органах пырея ползучего и проса куриного на территории изучаемого сада, (2009 г., 2016–2018 гг.)

Различие по удельной активности ^{90}Sr в вегетативной массе травянистой растительности со стержневой и мочковатой корневой системой в 2009 г. составило в 4,9 раз, в 2016, 2017 и 2018 гг. оно было соответственно в 3,7; 4,1 и 3,8 раза.

Установлено, что во-первых, за период исследований происходит постепенное снижение удельной активности ^{90}Sr в изучаемой травянистой растительности, во-вторых, различие в накоплении загрязнителя несколько уменьшается и, в-третьих, на накопление радионуклида в растениях играет роль фактор времени.

Динамика снижения содержания ^{90}Sr в вегетативных органах этих растений за период исследований (2009–2018 гг.) приведена на рисунке 3.

Более резкое снижение содержания нуклида в вегетативной массе проса куриного объясняется большим накоплением его в растении в более ранний период, тогда как в вегетативной массе пырея ползучего накопление было гораздо меньшим, то есть к 2009 году оно было не высоким, поэтому и снижение было не столь значительным.

Причин такого снижения в накоплении радионуклида в растениях несколько — одна из них это снижение подвижности ^{90}Sr в почве. Стронций-90 в почве более мобильный, чем цезий-137 и дольше находится в этой форме. Однако за истекший период ^{90}Sr постепенно переходит в менее доступную для растений форму («стареет»). Свою лепту вносит и период полураспада ^{90}Sr (29,12 лет), что, в конечном счете, уменьшает его абсолютную активность в почве. По обнаруженной в результате наблюдений тенденции, а исследования продолжались 9 лет (рис. 3), за следующие годы возможно еще большее нивелирование в содержании нуклида в изучаемых растениях.

В результате исследований было установлено, что для объяснения различий в накоплении изучаемого техногенного радионуклида требуется в первую очередь обратить внимание на расположение ^{90}Sr в почве и залегания корневой системы изучаемых растений.

Анализируя эти показатели, можно сделать заключение о том, что травянистое растение со стрежневой корневой системой, например, просо куриное имеет возможность теснее и дольше контактировать с техногенным радиоактивным загрязнителем, так как он расположен на глубине 50 см, чем его визави — пырей ползучий. Поэтому наблюдается различие по удельной активности ^{90}Sr между Echinóchloa crus-gálli и Elytrígia répens в 2009 г. в 4,9 раз, а в 2018 г. — в 3,8 раза.

Математическая обработка полученного экспериментального материала позволила сделать заключение относительно существенности различий в содержании исследуемого техногенного нуклида в вегетативных органах проса куриного и пырея ползучего. Оно оказалось существенным на 5 % уровне значимости, которое выражается в формуле линейной зависимости (1):

$$Y=14+X\cdot 0{,}157 \quad r=0{,}99 \quad F=154, \qquad (1)$$

В процессе исследований был составлен убывающий ряд по накоплению в вегетативных органах изучаемой травянистой растительности техногенного радионуклида, при его расположении в почве на глубине 50 см: просо куриное (Echinochloa crus-galli) > осот розовый (Cirsium arvense) > вьюнок полевой (Convolvulus arvensis) > пырей ползучий (Elytrígia répens).

В связи с полученными в полевых условиях экспериментальными данными о накоплении изучаемого радионуклида в травянистой растительности, появилась возможность рассчитать коэффициент перехода (Кп) радионуклида в растения. На основе Кп можно составить прогноз о возможном накоплении исследуемого радионуклида в травянистой растительности при различной плотности загрязнения территории.

$$\text{Коэффициент перехода} = (\text{Бк/кг}) / (\text{Бк/м}^2) \qquad (2)$$

Плотность радиоактивного загрязнения опытного участка известна, экспериментальные данные о накоплении радионуклида в растениях приведены на рисунках 1–3. Подставляя в формулу (2) известные значения определяем Кп для исследуемых растений.

Выводы.

1. Накопление изучаемого техногенного радионуклида зависит от вида исследуемой травянистой растительности, их биологических особенностей.

2. При расположении ^{90}Sr в почве на глубине 50 см наибольшее накопление определено для травянистой растительности со стержневой корневой системой. Различие по удельной активности ^{90}Sr между Echinóchloa crus-gálli и Elytrígia répens в 2009 г. в 4,9 раз, а в 2018 г. — в 3,8 раза.

3. Для составления рекомендаций по борьбе с сорняками при помощи механизмов требуется исследовать территорию и определить, какие виды сорной растительности присутствуют.

4. Не следует проводить механическую борьбу с сорной растительностью, если она имеет стержневую корневую систему. В этом случае лучше применить соответствующие гербициды.

5. Исследования по изучению накопления радионуклидов в растениях следовало бы продолжить для получения экспериментальной информации по другим видам растений. Рассчитанные коэффициенты перехода помогут правильно составить рекомендации о проведении работ на территории сада, расположенного в загрязненной зоне.

Литература

1. Якушев В.И. Плодоводство / В.И. Якушев. — М.: Колос, 1982. — 415 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Колос. — 1968. — 336 с.

3. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высшая школа. — 1980. — 294 с.

4. Вальков В.Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа): учеб. для вузов / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. — Краснодар: Сов. Кубань. — 2002. — 728 С.

5. Павлоцкая Ф.И. О подвижности и формах нахождения стронция–90, стабильного стронция и кальция в дерново–подзолистой и черноземной почвах. — М.: Наука. — 1965. — 22 с.

6. Погорелова В.А. Влияние некоторых агротехнических приемов на динамику накопления радионуклида в крыжовнике / В.А. Погорелова, А.И. Мельченко, М.А. Мазиров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2022. №1 (207). — С. 34–39.

7. Погорелова В.А. Вертикальная миграция 90Sr в изучаемых почвенных горизонтах чернозема выщелоченного / В.А. Погорелова, А.И. Мельченко, М.А. Мазиров // Агрохимический вестник. — 2021. №2. — С. 50–53.

8. Мельченко А.И. Радиационная экология: учеб. пособ. / А.И. Мельченко, В.А. Погорелова, Е.А. Мельченко, А.В. Погорелов. — Краснодар: КубГАУ. — 2023. — 144 с.

9. Мельченко А.И. Биология с основами экологии: учеб. пособ. / А.И. Мельченко, М.А. Мазиров, А. И. Беленков, В. А. Погорелова. М.: Изд-во ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА. — г. Иваново. — 2019 г. — 263 С.

УДК 631.4
УДК 631.861:631.95

КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НАВОЗА ПРОМЫШЛЕННОГО СВИНОВОДСТВА В АГРОЭКОСИСТЕМЕ

В.И. Титова, Е.Г. Белоусова
ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия». 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97
e-mail: titovavi@yandex.ru, tyurnikova.e@yandex.ru

Резюме. *Использование жидкой и твердой фракции органосодержащих отходов, образующихся на предприятиях промышленного свиноводства, повышает продуктивность кормовых культур в прямом действии и впоследействии. Внесение свиного навоза приводит к повышению основных агрохимических показателей почвы, но одновременно с этим возрастает экологическая нагрузка на агроэкосистему, что требует соблюдения нормативно-законодательной базы.*
Resume. *The use of liquid and solid fractions of organ-containing waste generated at industrial pig breeding enterprises increases the productivity of feed crops in direct action and in aftereffect. The introduction of pig manure leads to an increase in the basic agrochemical indicators of the soil, but at the same time the environmental burden on the agroecosystem increases, which requires compliance with the regulatory framework.*

Постановка задачи. Современное животноводство сопровождается образованием большого количества органосодержащих отходов, использование которых в сельском хозяйстве в «чистом виде», т.е. в исходном состоянии, без дополнительной переработки и специальной подготовки к внесению, в соответствии с существующей нормативно-законодательной базой РФ, практически невозможно [1]. В то же время, использовать органические удобрения в земледелии крайне необходимо по ряду причин, среди которых нельзя не назвать ориентацию сельхозпроизводства России на внедрение органического земледелия, которое предполагает возможность замены традиционных агрохимикатов органическими удобрениями [2].

Однако действие разных форм свиного навоза, полученного при содержании животных на крупном свиноводческом комплексе, на продуктивность культур и показатели плодородия почв сильно различается [3,4], что обусловлено большими различиями в их физической форме и химическом составе [5]. Так, по данным [6] по содержанию азота и фосфора химический состав твердой и жидкой фракций навоза различается в 3 раза, а по содержанию калия — в 40 раз.

Объемы образования таких отходов от предприятия мощностью 6 000 голов основных свиноматок при условии сепарации свежих отходов (кала и мочи животных) достигают 200 тыс. т/год жидкой фракции свиного навоза и 40 тыс. т/год — твердой фракции свиного навоза. Их использование в сельскохозяйственном производстве возможно только с соблюдением определенных условий, которые обозначены в соответствующей нормативно-методической документации [5].

К таковым относят:

- заключение по удобрительной ценности и экологической безопасности отходов животноводства;
- оценку влияния отходов содержания животных (органических удобрений) на основные показатели почвенного плодородия;
- рекомендации по дозам и способам их внесения под отдельные культуры севооборота с целью получения максимального урожая хорошего качества.

Основные результаты исследований. По агрохимическим показателям (удобрительной ценности и экологической безопасности) такой навоз в целом должен соответствовать требованиям нормативных документов (ГОСТ 34103-2017 «Межгосударственный стандарт. Удобрения органические. Термины и определения» и РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета»). Необходимо, чтобы жидкая и твердая фракции свиного навоза по содержанию токсичных веществ и радиационной характеристике удовлетворяли требованиям ГОСТ 33830-2016 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. Межгосударственный стандарт», что позволит использовать их в земледелии в качестве органических удобрений.

При этом обе фракции свиного навоза должны подвергаться обязательному биологическому обеззараживанию. Для твердой фракции свиного навоза оно должно осуществляться в штабелях рыхлой укладки в течение 2- 6 месяцев, на площадке с твердым водонепроницаемым покрытием, имеющей уклон в сторону водоотводящей системы. Обеззараживание жидкой фракции свиного навоза проходит в лагунах, при хранении в течение не менее 8-12 месяцев со дня заполнения лагуны (п. 13.1 РД-АПК 1.10.15.02-17).

Система подготовки и хранения бесподстилочных форм навоза и помета к использованию должна обеспечить надежное обеззараживание и обезвреживание от патогенных болезнетворных микроорганизмов, жизнеспособных яиц гельминтов, а также производство однородных, гомогенизированных органических удобрений, соответствующих по физико-химическим характеристикам условиям качественного, равномерного их внесения имеющейся в хозяйстве техникой. Предусмотрено также максимальное сохранение в навозе и помете питательных веществ.

После обеззараживания органические отходы в соответствии с СП 1.2.1170-02 «Гигиенические требования к безопасности агрохимикатов» и ГОСТ 33830-2016 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. Межгосударственный стандарт» по степени биологического загрязнения должны относиться к категории «чистая почва». В удобрениях должны отсутствовать патогенные бактерии, жизнеспособные личинки и яйца гельминтов, куколки и личинки мух, цисты кишечных простейших. Индекс санитарно-показательных микроорганизмов при этом должен быть в пределах от 1 до 9 клеток/г.

Бесподстилочный навоз также может подвергаться анаэробной переработке путем сбраживания в биоэнергетических установках сельскохозяйственного назначения (РД-АПК 1.10.15.02-17), в результате чего получают биогаз и эффлюент — жидкую фракцию от анаэробной переработки бесподстилочных форм навоза. Условия использования и качество эффлюента как органического удобрения регламентируется отдельным документом (ГОСТ 33380-2015 «Удобрения органические. Эффлюент. Технические условия»).

Особое значение при разработке технологии утилизации отходов животноводства в земледелии имеет выбор культур, под которые они (свиной навоз) будут вноситься. Многие авторы для такой цели предлагают использовать кормовые культуры, мотивируя это, прежде всего,

тем, что для синтеза их урожая требуется много не только макроэлементов, но и микроэлементов. В Нижегородской области такими культурами являются кукуруза и подсолнечник на зеленую массу.

Результаты исследований по оценке возможности использования свиного навоза в системе удобрения культурных растений в звене севооборота «кукуруза на зеленую массу → подсолнечник на зеленую массу → горчица белая на зеленую массу или сидерат», при внесении свиного навоза единоразово, под первую культуру звена севооборота (кукурузу), показали следующее [7]:

- жидкий свиной навоз в прямом действии на кукурузе эффективен в дозах 60 т/га и 120 т/га, а впоследействии на подсолнечнике — в дозах 120 т/га и 180 т/га. Твердый свиной навоз дает прибавку урожайности в прямом действии при дозе внесения в 30 т/га и 60 т/га. Окупаемость единицы элементов питания, внесенных единоразово под первую культуру звена севооборота «кукуруза → подсолнечник → горчица белая», среднегодовой прибавкой урожая при использовании жидкой фракции свиного навоза колеблется в пределах 8,8-11,1 кормовых единиц на единицу NPK. Отдача от единицы NPK твердого свиного навоза в среднем за 3 года составила 6,5-7,1 кормовых единиц;
- использование свиного навоза в земледелии под культурные растения положительно сказывается на основных агрохимических показателях почвы, повышая содержание подвижных соединений фосфора на 15-56%, а калия — на 10-38% к почве неудобренного варианта. Содержание минерального азота в почве при этом повышается преимущественно за счет увеличения концентрации нитратной его формы. Реакция среды сдвигается от близко к нейтральной до нейтральной.

Отдельное внимание в нормативных документах уделяется расчету доз внесения органических удобрений. В РД-АПК 1.10.15.02-17 на этот счет существует только одна рекомендация: «… допускается норму внесения в почву бесподстилочного навоза и навозных стоков по азоту устанавливать до 200 кг/га». Эта рекомендация ориентирована на примерное определение площадей на предпроектной стадии, хотя мало приемлема для практического использования при проектировании, поскольку одна и та же доза удобрения, установленная по азоту, может привести к различным экологическим последствиям в зависимости от почвенно-климатических условий, степени защищенности грунтовых вод и других факторов. В связи с этим необходима дифференциация доз в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий, а также видов органических удобрений, планируемых к внесению.

Кроме азотной нагрузки, следует учитывать нагрузку по фосфору и тяжелым металлам. Наиболее проблематичным является введение ограничения по поступлению фосфора с отходами в связи с тем, что четкого норматива на содержание подвижных фосфатов в почве не существует. В результате в каждых конкретных условиях необходимо определение условного безопасного уровня содержания фосфатов с учетом свойств почвы, состояния водных источников и их характеристики (объем воды, режим питания и т.д.), интенсивности развития эрозионных процессов и т.д.

В дальнейшем в зависимости от того, как фактическое содержание подвижных форм фосфора соотносится с условно допустимым уровнем, определяется целесообразный баланс элемента (положительный, нулевой или отрицательный) и его интенсивность.

Следует подчеркнуть, что единых требований к процедуре расчета доз внесения свиного навоза нет, и в каждом конкретном случае расчет проводится индивидуально, но с учетом отмеченных в нормативной литературе обязательных требований для безопасной утилизации органосодержащих отходов свинокомплекса.

Использование органических удобрений в отрасли земледелия в обязательном порядке сопровождается оценкой их влияния на показатели почвенного плодородия. Деятельность крупных свинокомплексов по утилизации отходов животноводства в окружающей среде — ис-

пользование в земледельческой отрасли предприятия — находится под пристальным вниманием различного рода контролирующих и надзорных органов (Центр агрохимической службы, Россельхознадзор, Росприроднадзор и пр.).

В этом направлении особое внимание уделяется контролю за содержанием в почве минеральных форм азота и, прежде всего, нитратов, в том числе — в почве, не занятой культурной растительностью.

В модельном опыте, в котором свиной навоз вносили в почву, но растения на такой почве не выращивали (имитация парующей почвы, длительность эксперимента 70 весенне-летних дней), установлено следующее [8]:

- компостирование светло-серой лесной легкосуглинистой почвы со свиным навозом приводит к повышению содержания в почве минерального азота. При этом сумма азота нитратной и аммиачной форм на вариантах с внесением жидкого свиного навоза в сравнении с неудобренной почвой увеличивалась последовательно в течение 70 дней на 21 %, 43 и 81 % соответственно дозам внесения навоза, возрастая от 60 т/га до 120 т/га к 180 т/га. Увеличение содержания минерального азота в почве при компостировании с твердым свиным навозом оценивается в 71–72 % к содержанию азота на варианте без внесения удобрений;
- содержание нитратов в почве на всех удобренных вариантах со временем повышается неуклонно и трактуется как повышенное. Максимальный прирост их содержания отмечен на вариантах с максимальной дозой внесения как жидкого, так и твердого свиного навоза, что объяснимо и ожидаемо: при внесении жидкого навоза в дозе 180 т/га — на 11 мг/кг (65 % к исходному значению), а твердого свиного навоза в дозе 60 т/га — на 8 мг/кг (44 % к исходному содержанию). То есть, жидкая форма удобрения способствует более активному течению нитрификационных процессов.

Особое внимание контролирующих и надзорных органов обращено на места складирования органосодержащих отходов животноводства (навоза) и/или его временного размещения на открытых земельных участках. Основания для столь пристального внимания в данном случае есть, так как априори понятно, что разовое внесение доз навоза с быстрой его заделкой в почву и перемешивание с большой массой верхнего слоя почвы, как и длительное (предположительно — в течение нескольких летних месяцев) хранение больших масс навоза на поверхности поля, — будут оказывать разное влияние на характеристику почвы.

Последнее может привести не только к увеличению потерь питательных элементов (газообразные потери и внутрипочвенная миграция), но и к их накоплению в почве сверх нормативных (применительно к азоту) или оптимальных (для прочих биогенных элементов) значений. В то же время академическая информация из учебников по агрохимии и данные разных исследователей свидетельствуют о том, что более выдержанный во времени навоз (более перепревший) оказывает менее негативное влияние на почву, чем навоз свежий.

Что касается оценки влияния разового внесения разных доз свиного навоза на характеристику почвы, тому много подтверждений в публикациях многих исследователей, среди которых есть и публикации авторов данной работы. Исследований же по влиянию навоза на агрохимические показатели почвы при длительном размещении его на поверхности почвы существенно меньше.

Один из авторских экспериментов был посвящен оценке агрохимического состояния почвы при условии размещения свиного навоза под скотом в течение 3 и 6 месяцев (технология безвыгульного содержания животных).

Установлено [9], что чем дольше навоз лежит в ангаре, тем более повышается содержание основных элементов питания, обнаруживающихся в почве. При этом свежий навоз приводит к большему накоплению в почве аммиачного азота, а хранение навоза под скотом более длительный срок приводит к повышению содержания в почве нитратного азота и сдвигу реакции среды в сторону, характеризующую почву как агрономически нейтральную. По мере увеличе-

ния срока хранения навоза до шести месяцев содержание органического вещества и фосфора в нем снижается более чем в 2 раза, а зольности — в 1,5 раза. Содержание калия, напротив, возрастает.

Весьма важной является тема оценки возможности использования отходов промышленного животноводства (свиного навоза) в технологиях биологического (органического) земледелия. Признавая факт того, что навоз, получаемый на крупных животноводческих комплексах, отличается от традиционных органических удобрений по многим параметрам (повышенная влажность, нарушения в соотношении элементов питания при общей тенденции их снижения, возможность присутствия различного рода токсикантов и пр.), а также, соглашаясь с неизбежностью общей биологизации земледелия, было проведено исследование по поиску приёмов улучшения физических свойств, оптимизации химического состава такого навоза и оценке его влияния на почву.

В качестве одного из изучаемых приёмов подготовки органосодержащих отходов к внесению было использовано их компостирование, но — совмещая этот процесс с применением сидератов. Принятое решение сопровождалось гипотезой того, что подобное компостирование можно осуществить не на поверхности почвы (как чаще всего происходит), а в почве, что позволит, как минимум, сократить газообразные потери, которые возможны при поверхностном размещении жидких форм навоза.

Экспериментами установлено [10], что двухмесячное внутрипочвенное компостирование фитомассы горчицы с жидким свиным навозом положительно влияет на агрохимическую характеристику почвы: способствует изменению pH солевой вытяжки с pH 6,40-6,41 до 6,47-6,64; повышению обеспеченности почвы аммонийным азотом, подвижными соединениями фосфора и калия, возрастающим с увеличением доз внесения свиного навоза в дозах, эквивалентных 60 т/га, 120 т/га и 180 т/га.

Выводы.

1. Органосодержащие отходы промышленного свиноводства являются ценным органическим удобрением, применение которых оказывает комплексное действие на почву и растительную продукцию. Их внесение в почву улучшает питательный режим почвы, оптимизируя содержание основных элементов питания и реакции среды, что в конечном итоге способствует повышению урожайности культур и улучшению качества основной продукции культурных растений.

2. Целесообразность использования органосодержащих отходов промышленного животноводства в качестве органических удобрений не вызывает сомнений, однако при этом должны быть учтены агрономические рекомендации и экологические ограничения по дозам, срокам и способам внесения отходов под отдельные культуры севооборота.

Литература

1. Титова В.И., Рыбин Р.Н. Агроэкология промышленного свинопроизводства // М.: Изд-во «Сельскохозяйственные технологии». — 2020. — 172 С. DOI: 10.18720/SPBPU /2/z20-16

2. Фролова Л.Д., Новиков М.Н. Биологизация земледелия как фактор повышения плодородия почв и продуктивности кормовых севооборотов // Агропромышленные технологии Центральной России. — 2018. №2(8). — С. 71–77.

3. Титова В.И., Варламова Л.Д., Рыбин Р.Н., Андронова Т.В. Влияние свиного навоза на агроэкологическую характеристику светло-серой лесной почвы // Пермский аграрный вестник. — 2019. №3 (27). — С. 79–86.

4. Титова В.И., Варламова Л.Д., Рыбин Р.Н., Андронова Т.В. Влияние жидкого свиного навоза на урожайность пшеницы, содержание и баланс элементов питания в светло-серой лесной почве легкого гранулометрического состава // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2019. — Том 20. №5. — С. 456–466. doi.org/10.30766/2072-9081. 2019.20.5.456-466

5. Титова В.И. О возможности использования в земледелии органосодержащих отходов животноводства с соблюдением экологических и агрономических требований нормативных актов России / Экологический вестник Северного Кавказа. — 2022. — Т. 18. №3. — С. 36–45.

6. Барановский И.Н., Бабенко М.В. Влияние фракций свиного навоза на питательный режим дерново-подзолистой почвы и продуктивность зернотравяного звена севооборота // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. — 2014. №2. — С. 40–48.

7. Титова В.И., Белоусова Е.Г. Эффективность использования свиного навоза в звене кормового севооборота / Агрохимический вестник. — 2022. №3. — С. 34–38. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-3-006

8. Титова В.И., Мартьянова О.С. Динамика минерального азота в почве при её компостировании со свиным навозом / Охрана окружающей среды — основа безопасности страны: сб.статей по матер. Междунар. науч. экол. конф. / Краснодар: КубГАУ. — 2022. — С. 77–80.

9. Титова В.И., Киселева А.М. Влияние свиного навоза, образующегося при содержании животных на глубокой несменяемой подстилке, на агрохимическую характеристику почвы / Агробиотехнология-2021: материалы Междунар. научной конф. — М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. — 2021. — С. 237–240.

10. Титова В.И., Белоусова Е.Г. Оценка эффективности внутрипочвенного компостирования сидеральной массы горчицы с жидким свиным навозом / Пермский аграрный вестник. — 2022. №2 (38). — С. 78-84. DOI: 10.47737/2307-2873_2022_38_78

УДК 631.8

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

С.И. Тютюнов, Е.В. Навольнева, В.В. Навальнев
ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», 308001, г. Белгород,
ул. Октябрьская, д. 58
E-mail:NavEkaVika@gmail.com

Резюме. *За длительный период времени проведена комплексная оценка использования минеральных и органических удобрений на основные показатели плодородия чернозёма типичного, также отмечено их действие на урожайность сахарной свёклы.*

Resume. *Over a long period of time, a comprehensive assessment of the use of mineral and organic fertilizers on the main indicators of the fertility of typical chernozem was carried out, and their effect on the yield of sugar beet was also noted.*

Введение. Чтобы достигнуть успеха в повышении плодородия почвы и увеличении урожайности сельскохозяйственных культур, работники полеводства должны глубоко овладеть агрономическими знаниями и уметь правильно использовать их в практической работе.

Удобрения всегда представляли один из надёжных и важнейших резервов увеличения урожая сельскохозяйственных культур и повышения плодородия почвы. В результате расширения посевов пропашных культур, которые могут давать очень высокие урожаи, но для этого требуют наличия в почве больших количеств питательных веществ в усвояемых формах. Так, например, сахарная свёкла для создания урожая корнеплодов в 40 т/га выносит из почвы около 160 кг азота, 64 кг фосфора и 280 кг калия. Поэтому, чтобы пропашные культуры повсеместно давали высокие урожаи, их нужно обязательно хорошо удобрять. Без этого эффект от них будет незначительным и их возделывание нецелесообразным [1].

Вопрос о влиянии внесённых удобрений на повышение плодородия почвы, о достижении определённых уровней плодородия и об их обратном влиянии на эффективность вносимых

удобрений и урожай — представляется одним из важнейших вопросов, подлежащих разрешению. Задачей полигонного мониторинга в длительных полевых опытах является путём применения удобрений во взаимодействии с другими агротехническими мерами, на фоне высокой культуры земледелия, путём достижения неуклонного повышения плодородия почв, создать оптимальный комплекс условий для роста и развития растений, обеспечивающих получение максимально высоких урожаев хорошего качества. Результаты многолетних полевых опытов играют особое значение для правильного решения вопросов применения удобрений в севообороте по изучению влияния систематического использования удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур и повышения плодородия почвы [2].

Цель исследовательской работы — комплексная оценка изменения показателей плодородия почв при длительном применении разных систем удобрения.

Методика проведения исследований. Оценка динамики показателей плодородия почвы ведётся в Белгородском Федеральном аграрном научном центре Российской академии наук с 1987 года. С этого года заложен опыт по изучению действия агротехнических приёмов на показатели плодородия почв и продуктивность различных сельскохозяйственных культур.

Почва опытного участка — чернозём типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке с содержанием в пахотном слое 5,1…5,8 % гумуса, 110…115 мг щелочногидролизуемого азота, 52…58 мг/кг подвижного фосфора и 95…105 мг/кг подвижного калия, $pH_{сол.}$ — 5,8…6,3.

Мониторинг действия различных систем удобрений проводится в зернопропашном севообороте, который имеет следующее чередование культур: озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, кукуруза на силос, горох.

В опыте рассматривалось три системы удобрений: органическая, минеральная и органо-минеральная с тремя уровнями удобренности. Изучались варианты без внесения удобрений, с единичной дозой внесения и двойные дозы удобрений. Насыщенность севооборота составила $N_{64}P_{64}K_{64}$ — одна доза минеральных удобрений, соответственно $N_{128}P_{128}K_{128}$ — две дозы. В виде органического удобрения вносили навоз крупного рогатого скота один раз за ротацию севооборотов под сахарную свёклу в одной дозе — 40 т/га и двойной — 80 т/га, что составляло 8 и 16 тонн на гектар севооборотной площади.

Результаты исследований. Наблюдения в полевом опыте проводятся уже более 30 лет, за этот период прошло 6 полных ротаций севооборота и для выявления закономерностей изменения основных показателей плодородия почвы, взяли за основу данные, полученные в год закладки опыта, 4 и 6 ротации зернопропашного севооборота.

Основным показателем плодородия почвы является содержание в ней органического вещества и в первую очередь гумуса. На данный показатель влияет много факторов, но тем не менее основным остаётся уровень удобренности. В год закладки опыта гумуса содержалось в пределах 5,06…5,23 %. Через 24 года (завершилась 4 ротация по всем повторениям во времени) содержание гумуса, без применения удобрений, снизилось на 0,43 % и составило 4,80 %, в то время когда через 34 года (завершение 6 ротации севооборота) составило 5,12 %, небольшой рост можно объяснить буферностью почвы, при которой почва противостоит изменению своих свойств под воздействием различных факторов (таблица).

Внесение минеральных удобрений в одной дозе незначительно уменьшило содержание гумуса в почве, после прохождения шестой ротации, а применение удвоенной дозы, наоборот обеспечило рост его содержания на 0,17 %, что объяснимо резким ростом урожайности культур севооборота и оставлению большого количества пожнивно-корневых остатков [3], однако данные изменения можно считать лишь тенденцией.

Использование навоза КРС способствовало накоплению гумуса, что вполне закономерно, при этом данный показатель повысился, как при внесении 80, так и при внесении 40 т/га, с большей интенсивностью при двойной дозе — на 0,23 %.

Применение органо-минеральной системы удобрений благоприятно сказывалось на процессе гумификации, и за 34 года содержание гумуса выросло в сравнении с годом закладки опыта на всех вариантах комбинаций уровней удобренности органических и минеральных удобрений. При этом рост составил 0,24…0,35 абсолютных процента, с большим его увеличением при использовании 80 т/га навоза КРС + $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Таблица. Влияние удобрений на основные показатели плодородия чернозёма

Исследуемый период	Содержание гумуса, %	pH_{HCl}	P_2O_5 (по методу Чирикова)	K_2O (по методу Чирикова)	урожайность сахарной свёклы, т/га
Без удобрений					
Год закладки опыта[1]	5,23	5,90	56,8	100,4	24,6
4 ротация	4,80	5,10	52,0	93,0	21,0
6 ротация	5,12	5,82	44,9	119,4	21,9
$N_{90}P_{90}K_{90}$					
Год закладки опыта	5,18	5,68	54,8	93,5	37,1
4 ротация	5,00	4,90	114,0	109,0	35,2
6 ротация	5,17	5,39	124,2	164,7	35,6
$N_{180}P_{180}K_{180}$					
Год закладки опыта	5,13	6,05	56,1	94,0	40,4
4 ротация	4,70	5,10	150,0	136,0	39,3
6 ротация	5,30	5,12	230,0	163,1	49,0
Навоз, 40 т/га					
Год закладки опыта	5,21	5,49	53,6	96,7	29,2
4 ротация	5,60	5,80	75,0	110,0	25,8
6 ротация	5,28	5,42	108,4	122,0	28,9
Навоз, 40 т/га+ $N_{90}P_{90}K_{90}$					
Год закладки опыта	5,20	5,55	46,7	104,4	40,5
4 ротация	5,50	5,10	104,0	135,0	37,7
6 ротация	5,44	5,22	191,1	156,5	42,8
Навоз, 40 т/га+ $N_{180}P_{180}K_{180}$					
Год закладки опыта	5,06	5,73	50,5	92,5	42,8
4 ротация	5,30	5,10	184,0	155,0	40,3
6 ротация	5,37	5,04	290,5	173,8	53,1
Навоз, 80 т/га					
Год закладки опыта	5,20	5,59	50,0	92,7	31,4
4 ротация	5,60	6,00	79,0	110,0	29,7
6 ротация	5,43	5,50	151,3	166,6	34,1
Навоз, 80 т/га+ $N_{90}P_{90}K_{90}$					
Год закладки опыта	5,12	5,50	56,5	101,0	37,6
4 ротация	5,70	5,60	147,0	145,0	45,1
6 ротация	5,47	5,31	264,6	195,3	47,6
Навоз, 80 т/га+ $N_{180}P_{180}K_{180}$					
Год закладки опыта	5,22	5,80	50,6	97,0	40,4
4 ротация	6,00	5,40	199,0	163,0	53,4
6 ротация	5,46	5,16	366,1	217,4	55,4
$НСР_{05}$	0,4	0,5	89,6	31,1	6,7

Примечание: 1 Год закладки опыта — для почвенных показателей 1987 год, для урожайности первый год возделывания сахарной свёклы 1988 год.

В год закладки опыта, согласно группировки почв по уровню кислотности (щёлочности), кислотность почвы практически на всех вариантах была близкая к нейтральной (5,55–5,90), за исключением двух, где кислотность почвы составила 5,49–5,50 — слабокислая. При прохождении 4 ротации данный показатель понизился при минеральной системе удобрений и без применения удобрений до 4,70–5,00 и почва характеризовалась как кислая, а при органической и органо-минеральной системах удобрения наоборот повысилась до 5,30–6,00 — слабокислая и близкая к нейтральной. К 6 ротации кислотность почвы при разных системах удобрения сравнялась перейдя в одну градацию — слабокислая и находилась в диапазоне 5,12–5,47, что является достоверным изменением.

В год закладки опыта содержание фосфора было среднее, согласно группировке почв по содержанию подвижного фосфора и составляло 50,0–56,8 мг/кг. Без применение удобрений произошло снижение с 56,8 до 52,0 в четвёртой ротации и до 44,9 мг/кг в шестой ротации, что перешло в группу низкой обеспеченности данным элементом [4]. Применение органических удобрений после прохождения четвёртой ротации повысило содержание данного элемента до 75,0–79,0 мг/кг, что согласно градации относится к средней обеспеченности данным элементом, а в шестой ротации до 108,4–151,3 мг/кг, при этом изменения после внесения одной дозы органических удобрений статистически не достоверны, а использование двойной дозы — математически доказанная закономерность. Использование минеральной системы удобрения и органических удобрений совместно с $N_{90}P_{90}K_{90}$ привело к росту подвижного фосфора до 104,0–150,0 мг/кг уже после четвёртой ротации (повышенная обеспеченность), а после прохождения шестой — до 124,2–264,6 мг/кг. Навоз+ $N_{180}P_{180}K_{180}$ уже в четвёртой ротации обеспечили высокое содержание подвижного фосфора в почве на уровне 184,0–199,0 мг/кг, а в шестой ротации — очень высокое 290,5–366,1 мг/кг, где сказался накопительный эффект данного элемента за длительный период постоянного использования повышенных доз удобрений. В дальнейшем, при таком же использовании это может привести к критическому для растений содержанию. При этом оптимальным является для данного типа почв содержание 121–151 мг/кг.

Чернозёмные почвы считаются достаточно обогащёнными подвижным калием [5]. Содержание калия без применения удобрений после 4 ротации незначительно понизилось — на 7,4 мг/кг и снова повысилось в шестой ротации на 26,4 мг/кг. Применение минеральных удобрений в разных дозах обеспечивало рост рассматриваемого элемента примерно на одном уровне: с 93,5–94,0 до 163,1–164,7 мг/кг в шестой ротации — математически доказано. В то время как использование органических удобрений в одной дозе повысило содержание подвижного калия на 25,3 мг/кг, а двойной дозы на 73,9. Органо-минеральная система удобрений — при совместном использовании минеральных удобрений с 40 т/га навоза способствовала тому, что подвижного калия в почве стало содержаться 156,5–173,8 мг/кг, а при внесении минеральных удобрений совместно с 80 т/га навоза, в шестой ротации было уже 195,3–217,4 мг/кг, что является очень высоким содержанием данного элемента в почве.

Урожайность сахарной свёклы без применения удобрений со временем снизилась на 2,7 т/га, небольшое снижение также отмечено и при использовании отдельно минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ и отдельно органических удобрений в дозе 40 т/га на 1,5 и 0,3 т/га соответственно. В то время как другие уровни удобренности и комбинации удобрений способствовали росту полученной урожайности, в сравнении с первым годом возделывания сахарной свёклы. Так, например совместное действие повышенных доз органических и минеральных удобрений способствовало получению урожайности культуры 55,4 т/га, что на 15 т/га больше, чем в первый год.

Выводы. Чернозём типичный характеризуется достаточно высоким плодородием, но, несмотря на это, — антропогенное воздействие, оказываемое на него, приводит к ухудшению показателей плодородия. Применение органических удобрений и органических совместно с минеральными удобрениями обеспечивало рост содержания гумуса в почве. Кислотность по-

чвы без применения удобрений в шестой ротации оставалась нейтральной, а с использованием удобрений различных видов стала слабокислой 5,04–5,42. Содержание подвижного фосфора и калия при постоянном использовании высоких доз органических и минеральных удобрений за длительный период привело к тому, что их содержание стало очень высоким в почве (фосфора до 366,1, калия до 217,4 мг/кг). За счёт высокого потенциального плодородия почвы, сахарная свёкла способна давать урожайность без применения удобрений 21,0–24,6 т/га, при этом применение удобрений обеспечивает прибавку 15,8–33,5 т/га.

Литература

1. Буров Д.И., Корчагин В.А., Марковский А.Г. Культура земледелия и урожай / Куйбышевское книжное издательство. — 1967. — 254 с.

2. Кореньков Д.А. Эффективность удобрений по зонам страны / Д.А. Кореньков, В.Г. Минеев, А.И. Сидоров и др. — Москва. — 1973. — 224 с.

3. Навольнева Е.В., Горохова Ж.Ю. Изменение содержания гумуса под действием агроприёмов / Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых учёных. Материалы VII Международной научно-практической конференции молодых учёных, посвящённой 120-летию со дня рождения Альбенского Анатолия Васильевича. — 2019. — С. 291–292

4. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность чернозёмов / диссертация на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук в форме научного доклада. — Москва. — 1994. — 73 с.

5. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. — М.: изд-во МГУ. — 2004. — 720 с.

УДК 336.211.1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

К.П. Шехтер, П.М. Сапожников
Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова
Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1
k.shehter@mail.ru, sap-petr@yandex.ru

Резюме. *Показана чувствительность подхода расчета кадастровой стоимости к различным почвенно-географическим условиям Республики Адыгея. Максимальные величины отмечены для черноземов выщелоченных и черноземов южных без негативных свойств первой агроклиматической подзоны (26,58 руб./м^2 и 27,38 руб./м^2 соответственно). Минимальные показатели отмечены для луговых почв с признаками засоления и осолонцевания. Величина кадастровой стоимости позволяет ранжировать почвы по наличию и степени проявления деградационных процессов в почвах.*

Abstract. *The research demonstrates the cadastral value calculation sensitivity to different soil-geographical conditions of Republic of Adygea. The maximum values are noted for leached chernozems and southern chernozems without negative properties of the first agroclimatic subzone (26,58 RUB/m2 and 27,38 RUB/m2, respectively). The minimum values are noted for meadow soils with the signs of salinization and alkalinization. Cadastral value allows ranking soils according to the presence and degree of degradation processes in soils.*

Государственная кадастровая оценка земель — это важнейший инструмент регулирования земельных отношений и рационального использования почвенного покрова нашей страны. Республика Адыгея входит в состав Южного федерального округа и окружена территорией Краснодарского края [2]. Земельный фонд республики составляет 779 тыс. га [1]. Согласно данным Росреестра на 1 января 2020 года в структуре земельного фонда преобладают земли

сельскохозяйственного назначения (42 % или 359,7 тыс.га), на пашню приходится 259,6 тыс. га (72,2 %), на сенокосы — 4,9 тыс. га (1,4 %), на пастбища — 85,6 тыс.га (23,8 %).

Северная часть республики Адыгея равнинная, южная часть представлена предгорьями и горами Большого Кавказа. Климат характеризуется как мягкий, умеренный, количество осадков составляет 700 мм в год [2]. Республика Адыгея состоит из шести агроклиматических подзон, агроклиматический потенциал варьирует от 10,2 для четвертой агроклиматической подзоны до 11,3 для пятой [6].

Коэффициент увлажнения изменяется от 0,82 для второй агроклиматической подзоны до 1,38 для шестой подзоны [6]. Шестая подзона представлена горными и предгорными районами, лесистость составляет 70 % территории, данная подзона исключена из дальнейшего исследования. Наиболее распространенными почвообразующими породами являются лессовидные глины, делювиальные глины и аллювиальные отложения. В почвенном фонде преобладают черноземы слитые (18,3 %) и черноземы выщелоченные (16,3 %) на глинистых и тяжелосуглинистых почвообразующих породах [2]. Также были рассмотрены черноземы обыкновенные четвертой агроклиматической подзоны и черноземы южные первой подзоны. Дерново-карбонатные почвы составляют 10,1 % почвенного фонда, на лугово-черноземные почвы приходится около 11 % площади, пойменные почвы составляют 1,9 % почвенного фонда республики. В соответствии со справочником агроклиматического оценочного зонирования, основными сельскохозяйственными культурами, возможными к выращиванию, являются зерновые (озимая пшеница, ячмень), подсолнечник, сахарная свекла, однолетние и многолетние травы.

Расчет удельных показателей кадастровой стоимости был произведен согласно приказу № П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (от 17 декабря 2021 года) [3]. Для Республики Адыгея по Шкалам ВИСХАГИ были выделены наиболее показательные типы и подтипы почв для дальнейшего рассмотрения и оценки. Данные Шкалы были разработаны и согласованы в управлении Росреестра для каждого субъекта Российской Федерации. Они содержат необходимую для расчетов информацию о содержании гумуса (%), мощности гумусового горизонта (см), содержании физической глины (%), уклоне рельефа местности (º) и негативных свойствах почв. При помощи специального программного обеспечения [4] для выбранных почв были рассчитаны показатели нормативной урожайности сельскохозяйственных культур (НУ, ц/га), пригодных к выращиванию в данной республике [6]. Расчеты производили с учетом агроклиматического оценочного зонирования территории, свойств почвы и негативных факторов. Величина агроклиматического потенциала подзоны зависит от показателя суммы активных температур ($\sum t>10^{o}C$) и коэффициента увлажнения. С учетом рыночных цен сельскохозяйственной продукции и возможных затрат производили расчеты удельных показателей кадастровой стоимости (УПКСЗ, руб./м^2).

Для Республики Адыгея были рассмотрены почвы пяти агроклиматических подзон (шестая агроклиматическая подзона была исключена из расчетов). Показатели нормативной урожайности зерновых для различных подтипов черноземов варьируют в диапазоне от 19,9 ц/га для черноземов обыкновенных четвертой агроклиматической подзоны с наименьшим агроклиматическим потенциалом (АП 10,2) до 52,5 ц/га для черноземов южных первой агроклиматической подзоны с более высоким агроклиматическим потенциалом (АП 10,5). Удельные показатели при этом составляют 0,3 руб./м^2 и 27,38 руб./м^2 соответственно. Подсолнечник возможен к выращиванию на почвах первой и второй подзон, нормативная урожайность изменяется от 23,5 до 30,4 ц/га. Наибольшее значение нормативной урожайности сахарной свеклы соответствует черноземам южным первой агроклиматической подзоны (473,4 ц/га). Данной почве соответствует наибольшее значение удельного показателя кадастровой стоимости. Аллювиальные почвы третьей агроклиматической подзоны пригодны под выращивание однолетних и многолетних трав (табл. 1).

Таблица 1. Нормативная урожайность (ц/га) и удельные показатели кадастровой стоимости земель агроландшафтов (УПКСЗ, руб./м²) Республики Адыгея

Почва	Нормативная урожайность сеьскохозяйственных культур, ц/га					УПКСЗ, руб./м²
	Зерновые, ц/га	Подсолнечник, ц/га	Сахарная свекла, ц/га	Однолетние травы, ц/га	Многолетние травы, ц/га	
Первая агроклиматическая подзона						
Черноземы выщелоченные	51,7	30	466,5	63,6	67,2	19,11
Черноземы выщелоченные	43,7	25,4	394,2	53,8	56,8	26,58
Черноземы южные	49,8	28,9	449,7	61,3	64,8	27,38
Черноземы южные	52,5	30,4	473,4	64,6	68,2	23,51
Луговые	26,5	–	130,4	47,4	53,3	6,56
Луговые	–	–	52,4	19,5	25,1	0,21
Луговые	-	-	44,2	24,1	29,3	0,25
Вторая агроклиматическая подзона						
Черноземы слитые	40,5	23,5	366,5	49,8	53	19,81
Черноземы слитые	42,2	24,5	382,4	51,9	55,3	16,93
Лугово-черноземные	52	30,1	471	63,9	68,1	25,46
Лугово-черноземные	63,5	29	452,1	61,5	65,4	27
Третья агроклиматическая подзона						
Аллювиальн.луговые насыщ.	-	-	-	59,8	63,5	6,45
Аллювиальн.луговые насыщ.	-	-	-	26,3	41,3	2,01
Четвертая агроклиматическая подзона						
Черноземы обыкновенные	19,9	-	-	26,2	35,3	0,3
Черноземы обыкновенные	28,3	-	167,1	52,8	63,5	9,1
Пятая агроклиматическая подзона						
Дерново-карбонатные типичные	44,4	-	413,1	63,5	67,9	22,03
Дерново-карбонатные типичные	31,2	-	-	44,6	47,6	1,13
Темно-серые лесостепные	43,5	-	442,9	57,9	61,8	21,76
Темно-серые лесостепные	39,6	-	-	52,6	56,2	4,36

Максимальные удельные показатели кадастровой стоимости земель агроландшафтов Республики Адыгея отмечены для черноземов южных без негативных признаков (27,38 руб./м²) первой агроклиматической подзоны. Для черноземов южных слабо смытых кадастровая стоимость ниже на 14% и составляет 23,51 руб./м². Кадастровая стоимость черноземов выщелоченных снижается от 26,58 руб./м² для почв без негативных признаков до 19,11 руб./м² для черноземов выщелоченных с признаками уплотнения. Засоление снижает удельные показатели кадастровой стоимости черноземов обыкновенных четвертой агроклиматической подзоны до 0,3 руб./м². Дифференциация стоимости обусловлены влиянием негативных свойств, меньшим содержанием гумуса и меньшей мощностью гумусового горизонта. Схожая тенденция отмече-

на для дерново-карбонатных почв пятой агроклиматической подзоны и луговых почв первой агроклиматической подзоны. Кадастровая стоимость луговых почв снижается от 6,56 руб./м^2 для почв без негативных признаков до 0,21 руб./м^2 для среднезасоленной почвы (табл. 2).

Таблица 2. Свойства рассматриваемых почв и удельные показатели кадастровой стоимости земель агроландшафтов (УПКСЗ, руб./м^2) Республики Адыгея

Почва	Гумус (%)	Мощность гумусового горизонта (см)	% физ. глины	Уклон (°)	Негативные свойства	УПКСЗ, руб./м^2
Первая агроклиматическая подзона						
Черноземы выщелоченные	4,5	70	69	4	уплотненные	19,11
Черноземы выщелоченные	4,8	69	69	0	без негативных свойств	26,58
Черноземы южные	3,2	124	58	0	без негативных свойств	27,38
Черноземы южные	4,1	121	59	4	слабо смытые	23,51
Луговые	3,8	56	41	0	без негативных свойств	6,56
Луговые	3,8	68	62	0	солончаковые среднезасоленные	0,21
Луговые	4,8	66	70	0	сильносолонцеватые	0,25
Вторая агроклиматическая подзона						
Черноземы без разделения	4,5	134	71	0	слитые	19,81
Черноземы без разделения	4,4	128	68	4	слабо смытые слитые	16,93
Лугово-черноземные	3,5	102	69	0	солончаковые среднезасоленные	25,46
Лугово-черноземные	3,6	103	61	0	слабощебнистые	27
Третья агроклиматическая подзона						
Аллювиальн.луговые насыщ.	2,6	66	38	0	солончаковатые слабозасоленные	6,45
Аллювиальн.луговые насыщ.	2,6	66	38	0	солончаковатые сильнозасоленные	2,01
Четвертая агроклиматическая подзона						
Черноземы обыкновенные	6,4	92	73	6	среднесмытые сильно засоленные	0,3
Черноземы обыкновенные	3,6	70	70	0	слабоуплотненные	9,1
Пятая агроклиматическая подзона						
Дерново-карбонатные типичные	4,1	30	64	0	без негативных свойств	22,03
Дерново-карбонатные типичные	3,5	33	65	6	среднесмытые среднекаменистые	1,13
Темно-серые лесостепные	3,3	95	64	6	сильно смытые слитые	4,36
Темно-серые лесостепные	3,4	110	35	0	слитые	21,76

Для аллювиальных луговых насыщенных почв третьей агроклиматической подзоны в результате развития процессов засоления удельные показатели кадастровой стоимости снижаются на 69% (табл. 2). Аналогичная тенденция наблюдается для почв Ростовской области [5] и Краснодарского края [7] [8]. Кадастровая стоимость темно-серых лесных почв снижается до 4,36 руб./м^2 для сильно смытых слитых почв. Минимальные удельные показатели кадастровой стоимости соответствуют луговым почвам с признаками осолонцевания (0,21–0,25 руб./м^2).

Выводы. Республика Адыгея входит в состав Южного федерального округа и отличается умеренно теплым климатом. Величина агроклиматического потенциала исследуемых подзон изменяется в диапазоне от 10,2 до 11,3. Наибольшие значения нормативной урожайности сельскохозяйственных культур обусловлены высокими значениями агроклиматического потенциа-

ла, а также отсутствием негативных признаков почв. Для почв с низкой нормативной урожайностью отмечены минимальные удельные показатели кадастровой стоимости.

Удельные показатели кадастровой стоимости земель агроландшафтов Республики Адыгея варьируют в широком диапазоне от 0,21 руб./м^2 для луговых почв первой агроклиматической подзоны с признаками засоления до 27,38 руб./м^2 для черноземов южных без негативных признаков. При этом медианное значение для республики соответствует 13 руб./м^2. Кадастровая стоимость черноземов обыкновенных сильносмытых с признаками засоления не превышает 0,3 руб./м^2. Каменистость и увеличение смытости снижает кадастровую стоимость дерново-карбонатных типичных почв пятой агроклиматической подзоны до 1,13 руб./м^2. Кадастровая стоимость черноземов выщелоченных при развитии негативного признака уплотнение уменьшается на 28%. Осолонцевание снижает удельные показатели кадастровой стоимости до 96%, засоление — на 69–97%.

Работа выполнена по теме государственного задания: «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления».

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». — М.: Минприроды России; НПП «Кадастр». — 2021. — 844 с.

2. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. — М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. — 2014. — 768 с.

3. Методические указания о государственной кадастровой оценке. Приказ №П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (от 17 декабря 2021 года).

4. Пшеничников А.П., Носов С.И., Оглезнев А.К., Бондарев Б.Е., Гладков А.А., Сапожников П.М. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019611028 «Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения», 2019 г.

5. Сапожников П.М., Шехтер К.П. Кадастровая стоимость почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области// «Живые и биокосные системы». — 2021. — №35; URL: https://jbks.ru/archive/issue-35/article-1/. DOI: 10.18522/2308-9709-2021-35-1

6. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации / Учебно-практическое пособие под ред. С.И. Носова. — М.: Изд-во, «Маросейка». — 2010. — 208 с.

7. Шехтер К.П. Сапожников П.М. Сравнительная характеристика кадастровой стоимости земель агроландшафтов Южного федерального округа // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. Издательско-полиграфический комплекс «Пресс-Сто». — Иваново-Суздаль. — 2022. — С. 16

8. Шехтер К.П., Сапожников П.М. Кадастровая стоимость земель агроландшафтов Краснодарского края // Использование и охрана природных ресурсов в России, НИА-Природа (М.). — 2022, №2. — С. 103–109.

УДК 631.61;631.8

РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОПТИМИЗАЦИИ БАЛАНСА АЗОТА В ЗЕРНОПРОПАШНЫХ СЕВООБОРОТАХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ И РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

А.К. Ахметова[1], Н.С. Матюк[2], М.А. Мазиров[2], А.А. Кияс[1], В.Д Полин [1]
[1]ТОО «Научно-Производственный Центр Зернового хозяйства имени А.И.Бараева» п. Шортанды, Республика Казахстан
[2] ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А.Тимирязева», г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
E-mail: balkoza@ gmail.com; nsmatukzem@gmail.com

Резюме. *Изучена роль возобновляемых источников органического вещества в регулировании баланса гумуса и элементов минерального питания в севооборотах различной специализации в зонах достаточного увлажнения России и недостаточного Республики Казахстан. Установлено, что в условиях Центральной России за ротацию зернопропашного севооборота с пожнивно-корневыми остатками и побочной продукцией выращиваемых культур в почву поступало 35,21 т/га органического вещества, а в засушливых условиях Казахстана — 18,26 т/га, что оказывало существенное влияние на баланс азота как под отдельными культурами, так и в севооборотах.*
Abstract. *The role of renewable sources of organic matter in the regulation of the balance of humus and mineral nutrition elements in crop rotations of various specializations in areas of sufficient moisture in Russia and insufficient moisture in the Republic of Kazakhstan has been studied. It has been established that in the conditions of Central Russia, 35.21 t/ha of organic matter entered the soil for the rotation of grain-row crop rotation with stubble and root residues and by-products of cultivated crops, and 18.26 t/ha in arid conditions of Kazakhstan, which had a significant impact on the nitrogen balance both under individual crops and in crop rotations.*

Введение. Одним из путей стабилизации почвенного плодородия и повышения устойчивости агробиоценозов является использование нетрадиционных форм удобрений, особое место среди которых занимает солома зерновых и культуры, возделываемые на сидерат, а также органические отходы животноводческих комплексов. Солома и зеленая масса разных сельскохозяйственных культур — это органические удобрения, являющиеся эффективным и дешевым средством повышения плодородия почвы и увеличения продуктивного процесса посевов.

Важная роль в поддержании устойчивости агробиоценозов отводится приемам обработки почвы, которые обеспечивают разноглубинное распределение по почвенному профилю поступающих органических веществ и создают разные условия по водной, температурной и воздушной характеристике корнеобитаемого слоя.

Отечественными учеными и практиками установлено, что отчуждение с урожаем основной части запасов элементов питания из почвы, при несбалансированном применении удобрений, с учетом их выноса возделываемыми культурами, приводит к снижению не только эффективного, но и потенциального плодородия почвы, ухудшению биоэкологического состояния агроландшафтов (Н.С. Матюк, 2010; В.Г. Сычев и др., 2017).

Поступление в почву энергетических субсидий в виде возобновляемых источников органического вещества в сочетании с внесением стартовых доз минеральных удобрений является одним из актуальных направлений в биологизации и экологизации земледелия в современных условиях (В.Г. Сычев и др., 2018).

Методика проведения экспериментов. Исследования по определению эффективности разноглубинной заделки пожнивно-корневых остатков в повышении плодородия старопахотных земель и увеличении продуктивности полевых культур в условиях Центрального района Нечерноземной зоны выполнены в Центре точного земледелия РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева в 2008–2017 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, мощность пахотного слоя составляет 22–24 см со следующей агрохимической характеристикой: кислотность близкая к нейтральной — pH_{KCl} — 5,7 ед.; содержание гумуса — 2,4 %; легкогидролизуемого азота 98–106 мг; подвижного фосфора 180–200 мг и обменного калия 110–120 мг/кг почвы.

В опыте РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева по определению эффективности использования возобновляемых источников органического вещества (сидерата, соломы озимых и яровых зерновых, ботвы картофеля) в виде мульчи или поверхностной заделки технологии возделывания включали следующие приемы: прямой посев однолетних бобово-злаковых трав и озимой пшеницы, дисковая обработка на 10–12 см и предпосевная культивация на 6–8 см под ячмень и фрезерование на 14–16 см под картофель.

Система применения удобрений на планируемую урожайность включала внесение $N_{48}P_{48}K_{48}$ под ячмень, $N_{32}P_{32}K_{32}$ под вико-овес, одинарная N_{70} и двойная N_{70+70} азотная подкормка озимой пшеницы на фоне той же дозы удобрений перед ее посевом и $N_{160}P_{160}K_{160}$ под картофель.

Полевые культуры в опыте ТОО «Научно-Производственный Центр Зернового хозяйства имени А.И. Бараева» Республики Казахстан возделывались на многолетнем полевом стационаре лаборатории севооборотов в 2022 г. Пропашная (подсолнечник), зерновая (яровая пшеница) и зернобобовая (горох) культуры изучались в системе плодосменного севооборота. Почва южный карбонатный чернозем тяжелосуглинистого механического состава (Шрамко Н.В., 1983), мощность пахотного слоя 22–24 см, кислотность — pH_{KCl} — 7,8 ед. содержание гумуса — 3,5–3,7 %, валового азота — 0,312–0,307 %, фосфора — 0,126-0,130 и обменного калия — 62,5 %.

В плодосменном севообороте «подсолнечник — яровая пшеница — горох — яровая пшеница» культуры возделывались по нулевой технологии с проведением предпосевной химической обработки гербицидом Фараон Гарант 360 в.д.г. в дозе 1,5 л/га. Семена зерновых культур перед посевом обрабатывались протравителем Премис — 2,5 % к.с. — 1,5 л/т. Посевы всех культур были посеяны пневматическими сеялками прямого посева (ДМС компании Amazone) на глубину 5-6 см для всех культур.

Яровая пшеница высевалась 26 мая с нормой высева 2,8–3,0 млн всхожих зерен на 1 га посевной площади. Горох посеян 16 мая с нормой высева 1,0–1,2 млн/га всхожих зерен. Посев подсолнечника проводился 22 мая, с нормой высева 50 тыс. семян на 1 га. Во всех полях изучаемых севооборотов, под все культуры при посеве внесено в рядки минеральное удобрение аммофос в дозе 20–25 кг/га д. в.

Междурядная обработка подсолнечника проводилась культиватором КРН — 5,6 на глубину 6–8 см в фазе 4–5 листьев.

В фазу кущения яровой пшеницы было проведено опрыскивание посевов гербицидами Дезормон эфир, 72 % к.э. в дозе — 0,8 л/га + Пума супер 7,5 % э.м. в. — 0,85 л/га. Горох опрыскивали баковой смесью препаратов Хакер 160 г/ га + Фюзилад Форте 150 к.э. — 1,0 л/га.

Уборка с/х культур осуществлялась прямым комбайнированием комбайном Wintersteiger — Delta. Подсолнечник убирался в конце октября, пшеница — 15 сентября и горох — 20 августа.

Органический углерод ($C_{орг)}$ определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. Определение общего азота проводили по методу Кьельдаля, содержание фосфора и калия в растениях изучали фотометрическим методом после мокрого озоления, массу пожнивно-корневых остатков — методом раскопок с последующей отмывкой и высушиванием.

Результаты исследований и обсуждение. Результатами исследований (A. Trinchera, 1998; J. Dumanski, 1998; D.V. Karpova, 2015) установлено, что побочная продукция зерновых,

а также пожнивно-корневые остатки и сидераты при разноглубинной заделке в почву приёмами обработки частично за период вегетации гумифицируются, а продукты их разложения вовлекаются в биологический круговорот. Это постепенно приводит к увеличению содержания в почве гумуса и повышению уровня обеспечения растений элементами минерального питания.

На скорость разложения различных источников органического вещества возобновляемых биоресурсов, используемых в качестве органических удобрений, оказывают влияние их масса, химический состав, а также соотношение между углеродом и азотом. При узком (20–25:1) соотношении, которое присуще побочной продукции и корням картофеля (11:1), пожнивному сидерату (20:1) и пожнивно-корневым остаткам однолетних бобово-злаковых трав (29:1) гумуфикация органического вещества усиливается.

Скорость трансформации органических веществ также зависит от способа их размещения в обрабатываемом слое почвы. В вариантах дисковой обработки на глубину 10–12 см основная их масса (более 75 %) сосредоточена в этом и их разложение происходит при ограниченном доступе кислорода, что замедляет процесс гумификации. При повторной отвальной обработке полуразложившиеся органические остатки возвращаются в поверхностный 0–10 см слой почвы с высокой степенью аэрации, что ускоряет высвобождение биофильных элементов в доступную для растений форму. Одним из основных источников накопления запасов гумуса и элементов питания в почве, находящейся длительное время в интенсивном сельскохозяйственном использовании, являются пожнивно-корневые остатки возделываемых культур, а также использование побочной продукции и пожнивного сидерата на удобрение. Соотношение между различными компонентами биомассы — основной и побочной продукцией, пожнивными остатками и корнями, — во многом определяется биологическими особенностями растений, приемами обработки и системой применения удобрений, а также агрометеорологическими условиями в период вегетации(A. Monkiedje, 2006; Шевченко В.А. и др., 2022).

Наши исследования показали, что из числа изучаемых культур в зернопропашном севообороте Нечерноземной зоны России (вико-овес — озимая пшеница — картофель — ячмень) после уборки наибольшее количество всех видов растительных остатков поступило в почву с соломой и пожнивно-корневыми остатками от озимой пшеницы с последующим посевом горчицы белой на сидерат, которое составило 15,27 т/га. С соломой и пожнивными остатками ячменя — 10,86 т/га, с ботвой и корнями картофеля — 5,98 т/га и корнями вико-овсяной смеси — 3,1 т/га (табл. 1).

В засушливых условиях Республики Казахстан в севообороте такой же специализации (подсолнечник — яровая пшеница — горох — яровая пшеница) возделываемые культуры накапливали значительно меньше (18,26 т/га) побочной продукции и пожнивно-корневых остатков по сравнению с достаточно увлажненными условиями Центральной России (35,21 т/га). Из возделываемых культур в условиях Казахстана наибольшее количество побочной продукции и пожнивно-корневых остатков в почву поступало после уборки гороха (6,08 т/га) и подсолнечника (5,28 т/га), а наименьшее — после уборки яровой пшеницы по подсолнечнику (3,32 т/га).

В изменении содержания органического вещества и биофильных элементов в пахотном слое почвы, наряду с массой поступающих растительных ресурсов, важную роль играет и содержание азота, фосфора и калия, а также углерода в различных компонентах (R.J. Haynes, R. Naidu, 1998).

В опытах ТОО «Научно-Производственный Центр Зернового Хозяйства имени А.И. Бараева» наибольшее содержание азота отмечено в стеблях и пожнивно-корневых остатках подсолнечника (2,10 и 2,06 % соответственно), гороха — 1,98 и 1,42 % и наименьшее — в соломе яровой пшеницы (0,65 %).

Таблица 1. Накопление побочной продукции и пожнивно-корневых остатков (т/га) культурами зернопропашных севооборотов и поступление азота в почву (кг/га)

Культуры севооборотов	Побочная продукция (ПП)			Пожнивно-корневые остатки (ПКО)			Поступило всего, кг/га
	Масса	N, %	кг/га	Масса	N, %	кг/га	
Севооборот Казахстан							
Подсолнечник	2,94	2,10	61,7	2,34	2,06	48,2	109,9
Яровая пшеница	1,77	0,65	11,5	1,55	0,98	15,2	26,7
Горох	2,18	1,98	43,2	3,90	1,42	55,4	98,6
Яровая пшеница	1,75	о,75	13,1	1,83	1,02	18,7	31,8
За ротацию севооборота	8,64	-	129,5	9,62	-	137,5	267,0
Севооборот Россия							
Однолетние травы	-	-	-	3,10	1,54	47,7	47,7
Озимая пшеница +сидерат	7,06 2,97*	0,35 0,62*	24,7 18,4*	4,23 1,01*	0,42 0,45*	17,8 4,5*	42,5 22,9*
Картофель	4,02	3,32	133,4	1,96	2,15	42,1	175,5
Ячмень	6,09	1,34	81,6	4,77	1,18	56,3	137,9
За ротацию севооборота	20,14	-	258,1	15,07	-	168,4	426,5

* — пожнивный сидерат

В сумме за ротацию севооборота в условиях Казахстана после уборки полевых культур в почву поступило 267 кг/га азота, из которых 41,2 % приходится на подсолнечник, 36,9 % — на горох и 21,9 % — на яровую пшеницу.

В условиях России при более высокой урожайности выращиваемых культур, а следовательно, и массе органических веществ, поступление азота в сумме за ротацию составило 426,5 кг/га. При этом 41 % азота поступало в почву с ботвой и корневой системой картофеля, 32 — ячменя, 10 и 11 % приходится на озимую пшеницу и однолетние бобово-злаковые травы и около 5 % — на пожнивный сидерат (горчица белая).

Создание оптимальных условий азотного питания растений в течение вегетационного периода имеет важное значение для обеспечения высокой продуктивности сельскохозяйственных культур, поскольку недостаток этого элемента питания в процессе роста и развития растений обычно приводит к существенному снижению урожая. В ряде случаев количество элементов питания, затрачиваемых на создание урожая, не покрывается вносимыми удобрениями, что приводит к отрицательному балансу отдельных биофильных элементов.

Одним из основных источников накопления элементов питания в почве является побочная продукция и пожнивно-корневые остатки выращиваемых культур, а также запашка пожнивных культур на сидерат.

Наши исследования показали, что в условиях Казахстана при низких урожаях возделываемых культур положительный баланс азота складывается при выращивании подсолнечника (66,8 кг/га) и гороха (53,3 кг/га) за счет поступления его со стеблями и корнями подсолнечника, а также соломой гороха (табл. 2). Под яровой пшеницей, не зависимо от предшественника, отмечается отрицательный баланс данного элемента питания (19,4 и 23,6 кг/га). За ротацию 4-польного зернопропашного севооборота формируется положительный баланс азота, который составляет 77,1 кг/га.

Таблица 2. Роль возобновляемых источников органического вещества в оптимизации баланса азота в зернопропашных севооборотах

Культуры севооборотов	Вынос азота с основной продукцией			Поступило с ПП* и ПКО**,кг/га	Баланс +/-
	урож-ть, т/га	вынос, кг/т	общий вынос,кг/га		
Севооборот Казахстан					
Подсолнечник	0,98	44,0	43,1	109,9	+66,8
Яровая пшеница	1,44	32,0	46,1	26,7	-19,4
Горох	0,92	49,2	45,3	98,6	+53,3
Яровая пшеница	1,72	32,0	55,4	31,8	- 23,6
Севооборот Россия					
Однолетние травы, з/масса	27,2	5,0	136,0	47,7	-88,3
Озимая пшеница +сидерат	5,33	32,5	173,2	42,5 22,9*	-107,8
Картофель	25,4	6,15	156,2	175,5	+19,3
Ячмень	5,31	26,5	140,7	137,9	-2,8

* — побочная продукция
** — пожновно-корневые остатки

В условиях промывного режима Центрального региона России и высокой урожайности зерновых, пропашных и кормовых культур отмечается сильно отрицательный баланс азота при выращивании озимой пшеницы и однолетних трав, близкий к нулевому под ячменем и слабо положительный под картофелем. В сумме за ротацию севооборота дефицит азота составляет 179,6 кг/га.

Масса растительных остатков и скорость разложения при разных способах их размещения в пахотном слое почвы способствовали разной интенсивности высвобождения и закрепления азота, что оказывало значительное влияние на изменение его запасов за ротацию севооборота (табл. 3).

Расчет запасов общего азота в начале и конце ротации севооборота показал, что его прирост за 4 года исследований составил на фоне применения одинарной азотной подкормки в ранневесенний период в дозе 70 кг/га д.в. — 0,14 т/га при отвальной, и 0,10 т/га при минимальной обработке, что составляет 32% и 24% от его поступления в почву соответственно. Применение дополнительной летней подкормки в той же дозе способствовало более интенсивному закреплению общего азота в пахотном слое почвы, которое составило 36% на фоне ежегодной вспашки и 26% при минимальной обработке. Снижение темпов накопления азота, особенно при использовании прямого посева однолетних трав и озимой пшеницы, связано с увеличением газообразных потерь при использовании соломы и пожнивного сидерата в виде мульчи (табл. 3).

Таблица 3. Изменение содержания (С,%) и запасов (ЗП, т/га) общего азота за 2 ротации севооборота, 2014 — 2022 гг.

Подкормка, кг/га д.в.	2014 г.		Поступило N за ротацию	2022 г.		Прирост, т/га	Закрепилось,%
	С	ЗП		С	ЗП		
Отвальная обработка							
70	0,113	3,05	0,436	0,118	3,19	0,14	32,0
70+70	0,117	3,16	0,533	0,126	3,35	0,19	36,0
Минимальная обработка							
70	0,115	3,11	0,421	0,119	3,21	0,10	24,0
70+70	0,118	3,19	0,494	0,125	3,32	0,13	26,0

Таким образом, ежегодная интенсивная механическая обработка почвы на глубину 20–22 см в зонах достаточного увлажнения России ускоряет разложение органических остатков, способствует более интенсивному высвобождению и закреплению общего азота в почве, а поверхностная обработка на 10–12 см под под подсолнечник и прямой посев яровых зерновые в условиях недостаточного увлажнения Кзахстана, наоборот, замедляют данный процесс при одновременном увеличении газообразных потерь.

Выводы. Для повышения уровня окультуренности дерново-подзолистых почв Центрального региона России и черноземов карбонатных Республики Казахстан целесообразно вводить посевы промежуточных культур на сидерат, а для сбалансированного круговорота азота использовать солому зерновых, зернобобовых и побочную продукцию пропашных (подсолнечник, картофель) культур на удобрение. Совместное их применение обеспечивает дополнительное поступление в почву 18 т/га органического вещества в условиях Республики Казахстан и 35 т/га в условиях Центрального региона России, что увеличивает поступление азота в почву на 267 и 426 кг/га соответственно. Это оптимизирует условия жизнедеятельности почвенного микробного сообщества, изменяет направленность процессов трансформации органического вещества в сторону гумусонакопления, который интенсивнее протекает при ежегодной вспашке, чем при использовании соломы в виде мульчи при посеве зерновых культур и однолетних трав или заделке их в слой 0–10 см.

Литература

1. Матюк Н.С. и др. Роль сидератов в экологизации и биологизации земледелия [Электронный ресурс] / Н.С. Матюк, Г.Д. Гогмачадзе, С.С. Солдатова, В.Г. Безуглов // АгроЭкоИнфо. — 2010 г. — № 1. — Режим доступа:http://agroecoinfo.narod.ru/journal/

2. Сычев В.Г. и др. Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почвы / Сычев В.Г., Шевцова Л.К., Мерзлая Г.Е. // Агрохимия. — 2018 г. — № 2. — С. 3–21.

3. Сычев В.Г. и др. Оценка результатов мониторинга содержания и баланса гумуса в длительных опытах Геосети / В.Г. Сычев, Л.К. Шевцова, Г.Е. Мерзлая, М.В. Беличенко // Плодородие. — 2017 г. — № 6 (99). — С. 28–30.

4. Шевченко В.А., Матюк Н.С., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П. Регулирование баланса потоков биогенных элементов в агроэкосистемах осваиваемых и старопахотных земель Нечерноземной зоны. — М.: ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева». — 2022. — 161 с.

5. Шрамко Н. В. Севообороты на севере Казахстана. — Алма-ата: Кайнар. — 1983. — 184 с.

6. Dumanski J., Desjardins R.L., Tarnocai C, Monreal C, Gregorich E.G., Kirkwood V., Campbell C.A. Possibilites for future carbon sequestration in Canadian agriculture in relation to lang use changes. // dim. Change, 1998. Volume 40. — №1. — С. 81–103.

7. Haynes R.J., Naidu R. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review // Nutr. Cycl. Agroecosyst. 1998. Volume 51, № 2. — P. 123–137.

8. Karpova D.V. Application of various systems of fertilizers on gray forest soils vladimir opolja. / Karpova D.V., Starokozhko N.A., Chizhikova N.P. // The Proceedings of International Congress. Article book: Soil science in international year of soils, 2015. — С. 183–186.

9. Monkiedje A. and coauthors. The effect of land use on soil health indicator in peri-urban agriculture in the humid forest zone of southern Cameroon / A. Monkiedje, M. Spiteller, D. Fotio, P. Sukul // Journal of En vironmental Quality, 2006. Volume 35. — P. 399–411.

10. Trinchera A., Benedetti A., Dazzi C. Humic substances as indicator of soil organic matter evolution in Vertisols If In proceedings / «16 World Congress of Soil Science», Montpellier, France, 1998. Symp.12, reg. № 781

УДК 631.51:632.51:631.582

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА

Г.В. Вихорева, С.В. Шишкина
Ивановский НИИСХ — филиал ФГБНУ “Верхневолжский ФАНЦ”, г. Иваново
e-mail: ivniicx@rambler.ru

Резюме. *В статье представлены результаты исследований за 2020-2022 годы на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах в третьей ротации шестипольного зернотравяного севооборота по влиянию агроприемов на засоренность посевов, урожайность культур севооборота, а также определен видовой состав энтомофауны на зерновых и кормовых культурах.*
Abstract. *The article presents the results of research for the years 2020-2022 on sod-podzolic light loamy soils in the third rotation of the six-field grain-grass crop rotation on the influence of agricultural practices on the contamination of crops, crop rotation yield, and also determined the species composition of entomofauna on grain and fodder crops.*

В настоящее время сельское хозяйство столкнулось с существенным увеличением засоренности полей, которое вызвано, в первую очередь, несоблюдением севооборотов [1], низкой культурой земледелия [2], необоснованным переходом к минимализации обработки почвы [3; 4] и прямому посеву [5]. Одним из таких способов поддержание численности сорных растений на экологически безопасном уровне при минимальных химических нагрузках могут стать научно обоснованные технологии возделывания культур с элементами биологизации.

Засоренность посевов является одним из факторов, существенно снижающих урожайность сельскохозяйственных культур [6]. В современном интенсивном земледелии основными и наиболее дешевыми методами борьбы с сорняками являются агротехнические меры, которые во многом определяются правильной выбранной системой обработки почвы в севообороте [7].

Для контроля состояния окружающей среды одним из приоритетных направлений признано ведение экологического мониторинга, важнейшей частью которого в сельском хозяйстве является фитосанитарный мониторинг [8]. Эти вопросы чрезвычайно актуальны в связи с огромными масштабами ущерба от вредных организмов, достигающего уровня 20–35, а в отдельных случаях и 100 % [9].

Целью наших исследований было изучение влияния агроприемов на фитосанитарное состояние посевов, урожайность культур севооборота и видового состава энтомофауны.

Исследование проводили в 2020-2022 гг. в длительном стационарном зернотравяном севообороте Ивановского НИИСХ с чередованием культур:

1. Пар сидеральный (вика-овёс)
2. Яровая пшеница + клевер
3. Клевер луговой 1 г.п.
4. Клевер луговой 2 г.п.
5. Озимая пшеница
6. Овёс

Почва опытного участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу легкосуглинистая, типичная для региона. В слое почвы 0-20 см содержалось: гумуса 1,65 %, подвижного фосфора — 190 мг/кг почвы, обменного калия 105 мг/кг, pH (KCl) — 5,7, сумма поглощенных оснований — 6,7 мг-экв/100 г. Опыт заложен в 2009 году в трехкратной повторности, общая площадь делянки — 73 м^2.

Севооборот изучали на двух фонах минерального питания: контроль (без удобрений), рекомендованная для региона доза $(NPK)_{90}$ и на двух фонах обработки почвы — отвальная и безотвальная.

Изучение биоразнообразия насекомых проводилось на следующих культурах: озимая и яровая пшеница, клевер луговой 1 года пользования, овес. Для изучения видового состава энтомофауны фитояруса использовали метод клеевых ловушек.

В зернотравяном севообороте было изучено действие систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на сорный компонент агрофитоценоза. На увеличение засоренности посевов при применении безотвальной технологии обработки почвы указывают многие ученые. Нами установлено, что количество сорняков при безотвальной обработке было на 11–17 % выше, чем при вспашке (табл. 1).

Таблица 1. Засоренность культур в севообороте, шт./м² в среднем за 2020–2022 гг. (в числителе — по вспашке, в знаменателе — по безотвальной обработке)

Культуры севооборота	Контроль			$N_{90}P_{90}K_{90}$		
	Однолетние	Многолетние	Всего	Однолетние	Многолетние	Всего
Пар (вика+овес)	45/51	51/59	96/110	53/59	54/62	107/121
Яр. пшеница+клевер	45/59	45/53	90/112	53/68	63/68	116/136
Клевер 1 г.п.	45/54	55/57	100/111	49/57	57/60	106/117
Клевер 2 г.п.	46/59	55/60	101/119	51/58	51/58	102/116
Озимая пшеница	38/43	67/74	105/117	43/47	53/62	96/109
Овес	49/62	63/68	112/130	53/70	68/74	121/144
В среднем	**45/54**	**56/62**	**101/116**	**50/60**	**58/64**	**108/124**

Засоренность посевов напрямую зависела от обработки почвы. Кратность обработки, глубина заделки растительных остатков, в том числе семян, корневищ, корнеотпрысковых и других органов размножения определяется выбранным способом обработки почвы. Правильно проведенная основная обработка — одно из важнейших средств агротехнической борьбы с сорной растительностью.

На делянках опыта сложился малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности. В посевах преобладали многолетние сорняки (осот желтый, одуванчик лекарственный и др.). Их количество в среднем по севооборотам составило 52–57 шт./м², тогда как однолетних — 49–56 шт./м². Как известно, борьба с многолетними сорняками значительно труднее, чем с однолетними, так как они, кроме размножения семенами, размножаются еще корнями или корневищами.

Учет засоренности перед уборкой продемонстрировал значительное снижение численности сорняков от применения гербицидов на всех вариантах опыта. В целом их техническая эффективность на отвальной обработке составила 73 %, на безотвальной — 75 %.

Фитосанитарный мониторинг культуры имеет ключевое значение в системе интегрированной защиты растений. Одним из ведущих направлений биологической защиты растений и практического воплощения зеленой экономики является охрана и использование местных энтомофагов. Исследования ученых в этой области показывают, что для увеличения численности, равномерного распределения этих энтомофагов на обрабатываемых землях необходимо наличие в структуре севооборота посевов многолетних трав, причем их доля в севообороте должна составлять от 20 до 60 %.

Под эти критерии подходил и изучаемый шестипольный севооборот, где три поля были под бобовыми культурами (вика+овес, клевер луговой 1 и 2 года пользования). В результате

исследований в 2022 году на всех изучаемых культурах выявлен 31 вид насекомых, в том числе вредителей — 19 и энтомофагов 12 видов. Следует отметить, что на клевере луговом было выявлено наибольшее количество как всех видов насекомых — 18, так и полезных — 6. Самое низкое количество энтомофагов (2 вида) отмечено в посевах яровой пшеницы.

В посевах изучаемых культур было зафиксировано значительное многообразие вредителей, относящихся к отрядам насекомых — Трипсы *(Thysanoptera),* Полужесткокрылые *(Hemiptera),* Перепончатокрылые *(Hymenoptera),* Жесткокрылые *(Coleoptera),* Двукрылые *(Diptera)*. Причем, отряды Жесткокрылых, Трипсов и Перепончатокрылых зафиксированы на всех изучаемых культурах. В то же время не отмечено присутствия Полужесткокрылых и Двукрылых на посевах озимой пшеницы.

Что касается энтомофагов, то выявлена их принадлежность только к двум отрядам: Жесткокрылые и Перепончатокрылые.

Представители отряда Жесткокрылые обеспечили наибольшее разнообразие видов. Среди них были обнаружены 15 видов — Хлебная полосатая блошка, Мягкотелка прозрачная, Коровка семиточечная, Стафилины, Коровка четырнадцатиточечная, Блестянка желтая, Синяя пьявица, Божья коровка 22-точечная, Листоед бледный, Листоед рода Прыгун, Мягкотелка цветочная, Семейство Листоеды, Шипоноски или Горбатки, Краснокрыл маленький, Быстрянка однорогая. Аналогичная картина наблюдалась и среди фитофагов, где отряд Жесткокрылых представлен 9 видами из 12 обнаруженных.

Существенное влияние на урожайность культур в севообороте оказали приемы обработки почвы и применяемые минеральные удобрения (табл.2).

Таблица 2. Урожайность культур в севооборотах, т/га зерновых единиц (в числителе — по вспашке, в знаменателе — по безотвальной обработке)

Культуры севооборота	Уровень питания		+/- к контролю
	Контроль	$N_{90}P_{90}K_{90}$	
Пар (вика+овес)	1,79 1,72	2,80 2,45	1,01 0,73
Яр. пшеница +клевер	2,42 1,99	3,17 2,88	0,75 0,89
Клевер луговой 1 г.п.	3,38 3,37	4,62 4,14	1,24 0,77
Клевер луговой 2 г.п.	3,32 3,34	4,79 4,37	1,47 1,03
Озимая пшеница	3,37 3,07	4,93 4,61	1,56 1,54
Овес	2,80 2,59	3,83 3,69	1,03 1,10
В среднем по севообороту	**2,85** **2,68**	**4,02** **3,69**	**1,17** **1,01**

$НСР_{05}$ — 0,38 т/га

Следует отметить превышение продуктивности по вспашке на 12% на зерновых культурах в отличие от клеверов, где этот показатель был одинаков на обоих способах обработки почвы. Минеральные удобрения также дали большую прибавку в урожайности на зерновых культурах 41,9%, на клеверах соответственно 33,6%.

Таким образом, применение безотвальной обработки под все культуры севооборота приводит к увеличению засоренности посевов сельскохозяйственных культур и недобору урожая в целом по опыту на 8% по сравнению с отвальной обработкой. Вносимые минеральные удобрения дали прибавку урожайности в зависимости от обработки в среднем на 1,01–1,17 т/га или 37,6–41,0%.

Литература

1. Засоренность сельскохозяйственных посевов в Ивановской области / Н.Н. Лунева [и др.] // Вестник защиты растений. — 2010. — № 1. — С. 15–26.
2. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Маслов В.А. Оценка различных способов использования черноземов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. — 2011. — № 3. — С. 27–29.
3. Трофимова Т.А. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур // Вестник ГАУ. — 2010. — № 3. — С. 10–13.
4. Трофимова Т.А., Маслов В.А., Коржов С.И. Основная обработка почвы и засоренность посевов // Земледелие. — 2011. — № 8. — С. 29–30.
5. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы при технологии No-till / Н.Г. Власенко [и др.] // Защита и карантин растений. — 2014. — № 1. — С. 18–22.
6. Жичкина, Л.Н. Экономика отраслей растениеводства: учеб. пособие [Текст] / Л.Н. Жичкина, К.А. Жичкин. — Кинель: РИО СГСХА. — 2016. — 128 С.
7. Бахвалова, С.А. Влияние основной обработки почвы на засоренность и урожайность зерновых [Текст] / С.А. Бахвалова, Н.В. Ермолаева, А.Н. Александрова // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. Первые шаги в науке. — Выпуск 83. — Кострома: КГСХА. — 2015. — 239 с.
8. Долженко В.И. Фитосанитарное районирование вредных для сельского хозяйства организмов // «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов». Материалы V международной научно-практической конференции. 13–17 июня 2011 г. — Краснодар: КубГАУ. — 2011. — С. 24–30.
9. Захаренко В.А. Рынок пестицидов в России и перспективы его развития // Защита и карантин растений. — 2014. — № 11. — С. 3–6.

УДК 631.415

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ КИСЛОТНОСТЬ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

С.И. Зинченко, Л.Е. Рыжова, И.В. Князева
ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»
E-mail: zinchenkosergei@mail.ru

Резюме. *На серой лесной среднесуглинистой почве в многолетнем стационарном опыте изучено влияние применения систем основной обработки в зернотравяном севообороте на реакцию почвенной среды. Исследования показали, что в слоях 0-40 и 0-100 см изучаемых вариантов основной обработки серой лесной почвы ее динамика зависела от приемов основной обработки и возделываемой культуры.*

Abstract. *The effect of the use of basic processing systems in the grain-grass crop rotation on the reaction of the soil environment has been studied in the long-term stationary experiment on the gray forest medium loamy soil. Studies have shown that in layers 0-40 and 0-100 cm of the studied variants of the main treatment of gray forest soil, its dynamics depended on the methods of the main treatment and the cultivated crop.*

Наблюдения за состоянием агроземов при их использовании в сельскохозяйственном производстве имеет важнейшую мониторинговую функцию. Важное место среди педохимических показателей свойств почвы являются ее кислотно-основные свойства. Одним из основных показателей кислотно-основного состояния почвенного покрова является уровень потенциальной (обменной) кислотности (pH_{KCl}). Она обусловливает многие особенности поведения элементов в почве, с ней связаны режимы органического вещества и элементов минерального питания, подвижность соединений. Реакция почвенного раствора оказывает прямое действие на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Кумулятивное действие природных и антропогенных факторов ведет к постепенному снижению pH_{KCl}, что ухудшает структурное состояние почвы и снижает ее плодородие. Но существенное падение плодородия почвы наблюдается при снижении pH_{KCl} ниже значений 5,3–5,5 ед [1].

Отношение высших растений к pH почвы также различно. Для каждого растения установлена наиболее благоприятная, оптимальная реакция среды.

Институтом удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова рекомендованы для среднесуглинистых серых лесных почв показатели оптимальных значений pH_{KCl} равные показателю 5,8 ед [2]. А интервал значений pH_{KCl} 5,1-5,5 ед. является, как отмечал в своих исследованиях Д.Н. Прянишников, оптимальным для активного поглощения растениями нитратного азота [2].

Целью данного исследования было провести мониторинг за изменением обменной кислотности (pH_{KCl}) в профиле серой лесной почвы при различных системах ее основной обработки.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в длительном полевом стационарном опыте (опыт заложен в 1986 году) на нормальном фоне интенсивности. Севооборот: овес + мн. травы (клевер+тимофеевка) — мн. травы 1 г.п. — мн. травы 2 г. п. — озимая рожь — яровая пшеница — ячмень. Изучались следующие приемы основной обработки: 1- ежегодная безотвальная обработка на 6-8 см; 2-ежегодная безотвальная обработка на 20-22 см; 3-ежегодная вспашка на 20-22 см; 4-ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры вспашка на 20-22 см; 5-ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6-8 см. В качестве абсолютного контроля использовалась скашиваемая залежь (более 50 лет) — территория за пределами опытного участка с генетически сопоставимыми почвами (серыми лесными среднесуглинистыми). В работе представлены усредненные результаты исследований в изучаемых системах основной обработки за pH_{KCl} почвенной среды в слое 0-100 см по каждому варианту зернотравяного севооборота полученные на трех закладках полевого опыта с 2006 по 2021 годы.

Полевой опыт расположен на серой лесной среднесуглинистой почве, на склоне холма северо-западной экспозиции, крутизной до 3°. Почва опытного участка характеризуется следующими показателями: мощность пахотного слоя 25-30 см; содержание гумуса 3,2 %, содержание P_2O_5 (по Кирсанову) — 155-170 мг/кг почвы и K_2O — 127-152 (по Масловой) мг/кг; pH_{KCl} — 5,2-5,6.

В период исследований в севообороте вносили: фосфорные и калийные минеральные удобрения осенью под основную обработку; азотные — под предпосевную культивацию в следующих дозах: овес — $N_{60}P_{60}K_{80}$ кг д.в., травы 1-го года пользования — $N_{40}P_{60}K_{80}$ кг д.в., травы второго года пользования — $N_{40}P_{60}K_{80}$ кг д.в., озимая рожь — $N_{70}P_{60}K_{80}$ кг д.в., яровая пшеница — $N_{40}P_{40}K_{40}$ кг д.в., ячмень — $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг д.в.

Размещение вариантов в повторениях последовательное. Повторность опыта 4-х кратная. Площадь делянки 336 м^2, учетная 104 м^2. В опытах применялась агротехника, рекомендованная для возделывания зерновых культур в Опольной зоне.

Для сравнения в качестве абсолютного контроля отбирались образцы с участка залежи — это территория за пределами опытного участка с генетически сопоставимыми почвами.

Полевые исследования проводились согласно методам стационарного изучения почв [3,4].

Исследования выполнялись по следующим методикам:

1. Реакция почвенного раствора определяется потенциометрически в солевой вытяжке в слое почвы 0–100 см через 10 см по ГОСТу 26483-85 — ГОСТ 26490-85 (ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26490-85, 1985) [5].

2. Наблюдения за запасами продуктивной влаги в слое 0-100 см проводили через 10 см в сроки определения реакцию почвенного раствора в почве по ГОСТ 28268-89 [6].

3. Наблюдения за реакцией почвенного раствора и запасами продуктивной влаги проводили в следующие сроки: на целинном участке — в первых декадах мая, июля и сентября;

на овсе с подсевом многолетних трав — посев, колошение (вымётывание метёлки) и полное созревание; в травах первого года пользования — отрастание, кущение, первый укос, второй укос; в травах второго года пользования — отрастание, укос трав; озимая рожь — парование, посев, на второй год возделывания — отрастание, колошение, созревание; яровая пшеница — первая декада апреля, посев, колошение, созревание; яровой ячмень — первая декада апреля, посев, колошение, созревание [4].

Результаты и обсуждение. Мониторинг в течение 15 лет за потенциальной кислотностью серой лесной почвы показал, что максимальные значения этого показателя зафиксированы в почве при выращивании овса с подсевом многолетних трав. Значения pH_{KCl} в слое 0–40 см в вариантах основной обработки в период посева культуры соответствовали слабокислой реакции почвенной среды и варьировали в диапазоне 5,18–5,29 ед.

К периоду вымётывания метёлки реакция почвенной среды повышалась в слое почвы 0–40 см до 5,24–5,64 ед. К уборке отмечалось дальнейшее повышение потенциальной кислотности. Её уровень соответственно приближался к показателям нейтральной реакции почвенной среды 5,69–6,18 ед. Особенно это проявляется на вариантах с ежегодными безотвальными обработками и вспашкой на 20–22 см, где уровень реакции почвенной среды в изучаемых слоях достигал значений 5,91–6,18 ед. Такая реакция почвенной среды является оптимальной (5,8 ед.) для возделывания сельскохозяйственных культур на среднесуглинистых серых лесных почвах [7].

Повышение значений pH_{KCl} на варианте ежегодной вспашки на 20–22 см и вариантах безотвальных обработок может быть связано с увеличением интенсивности нитрификационных процессов в почве. Усиление нитратного питания растений, как выявлено в исследованиях В.В. Окоркова [8] способствует снижению кислотности почвы.

В последующем к периоду отрастания трав первого года пользования на вариантах с ежегодным безотвальным рыхлением на 6–8 и 20–22 см величина pH_{KCl} снижалась и соответствовала слабокислой реакции почвенной среды 5,10–5,16 ед. Эти величины соответствовали оптимальному интервалу для активного поглощения растениями нитратного азота [9]. Максимальные значения pH_{KCl} зафиксированы на вариантах ежегодной безотвальной обработки на 6–8 и 20–22 см 5,14–5,16 ед., минимальные 4,95–5,00 ед. — на вариантах ярусной вспашки на 28-30 см. Реакция почвенной среды здесь снижалась до среднекислой. Аналогичная тенденция на этих вариантах отмечена и по травам второго года пользования, где значения pH_{KCl} находились на уровне 4,85–5,37 ед .

В отличие от изучаемых вариантов на косимом участке залежи, расположенном рядом с полевым опытом, в этот же период исследований в слое 0–40 см реакция почвы от мая месяца к июлю снижалась от 5,27 до 5,05 ед, а к сентябрю снова увеличивалась до 5,22 ед., оставаясь на уровне слабокислой.

Изучение влияния приемов основной обработки на показатели кислотности серой лесной почвы в слое 0–40 см в период парования (июль — август) под озимую рожь показало, что на всех фонах обработки она была в диапазоне 4,93–5,33 ед., что соответствовало среднекислой — слабокислой реакции почвенной среды.

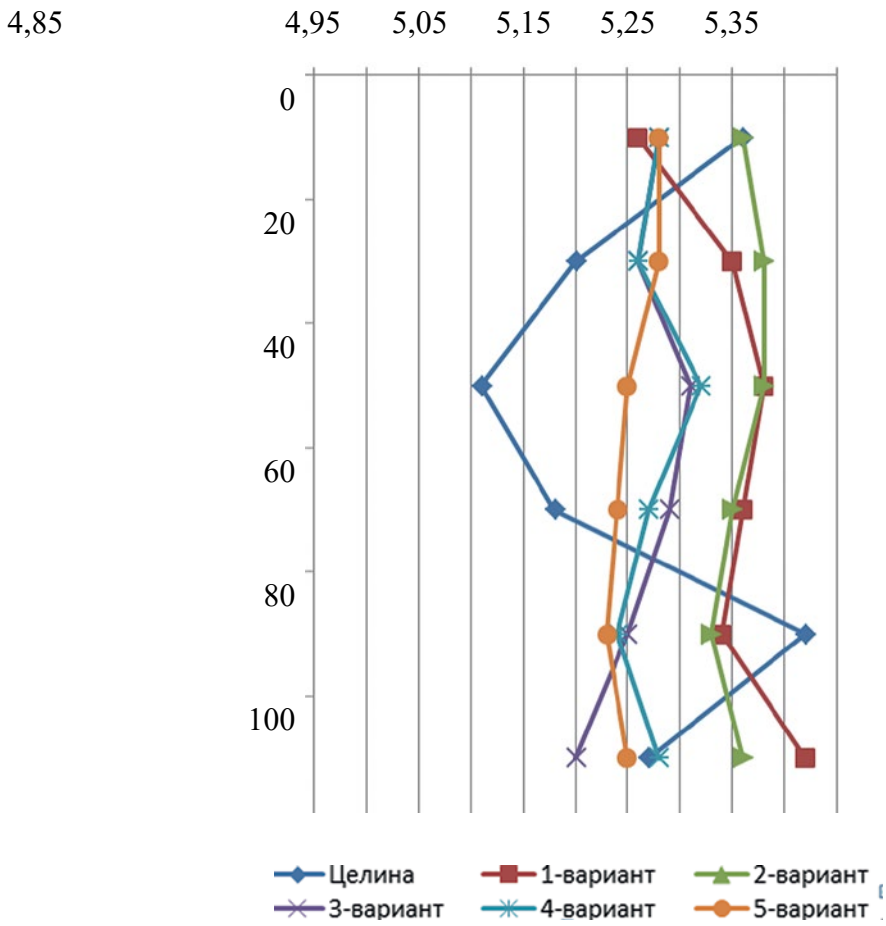
Развитие озимой ржи на фонах основной обработки проходило при диапазоне значений pH_{KCl} 5,13–5,53 ед. Самые низкие значения потенциальной кислотности отмечены на варианте с ежегодным рыхлением на 6–8 см (5,13–5,43 ед.). К уборке культуры на варианте с ежегодным рыхлением на 6–8 см в слое почвы 0–40 см складывались наиболее благоприятные условия по формированию реакции среды, где они были на уровне 5,43 ед.

При возделывании яровой пшеницы отмечена динамика значений кислотности. В период всходы — кущение развитие культуры проходило при значениях pH_{KCl} 4,98–5,17 ед. В вариантах с безотвальной обработкой на 6–8 и 20–22 см они были наиболее высокими и соответствовали значениям 5,05–5,17 ед. Максимальное снижение значений pH_{KCl} зафиксированно в фазу кущения развития яровой пшеницы (5,03–5,17 ед.). К уборке по опыту в из-

учаемых слоях почвы уровень реакция почвенной среды увеличивался до — 5,10–5,33 ед. и находилась на уровне слабокислой при запасах продуктивной влаги превышающих уровень НВ 70 %.

Весной (первая декада апреля) до посева ячменя в изучаемом слое почвы 0–40 см реакция почвенной среды снижалась соответственно до 4,89–5,08 ед. Однако к посеву ячменя (первая декада мая) реакция почвенной среды повышалась на вариантах опыта в слое 0–40 см до 5,3–5,35 ед. К уборке изучаемый показатель оставался на уровне слабокислой реакции среды, но его показатели снижались соответственно до 5,17–5,27ед.

Изучение динамики значений реакции почвенной среды в изучаемых вариантах в метровом профиле приведены на рисунке.



Варианты: 1 — ежегодная безотвальная обработка на 6–8 см; 2 — ежегодная безотвальная обработка на 20–22 см; 3 — ежегодная вспашка на 20–22 см; 4 — ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры вспашка на 20–22 см; 5 — ярусная вспашка на 28–30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6–8 см.

Рис. Потенциальная кислотность (pH_{KCl}) серой лесной почвы в слое 0–100 см в зависимости от приемов основной обработки

На залежном участке отмечается более широкий диапазон изменения значений pH_{KCl}, в метровом профиле серой лесной почвы. Так в слое 20–40 см наблюдается снижение реакции почвенной среды от 5,26 в слое 0–10 см до 5,01 ед., что ближе к среднекислой реакции среды. В слое 60–80 см происходит резкое увеличение показателя pH_{KCl} до интервала слабокислой реакции почвенной среды — 5,32 ед. На глубине 100 см этот показатель снова уменьшался и соответствовал величине 5,17 ед.

Равномерное распределение реакции почвенной среды по профилю наблюдается на вариантах с ежегодной вспашкой на 20–22 см и с периодической ярусной вспашкой на 28–30 см. Слабая динамика значений pH_{KCl} с глубиной отмечена на вариантах с ежегодными обработками на 6–8 и 20–22 см.

Небольшое понижение величины pH_{KCl} в слое почвы 0–40 см на вариантах с ежегодной вспашкой на 20-22 см и с периодической ярусной вспашкой на 28–30 см видимо происходит, как отмечает в своих исследованиях В.В. Окорков (2010), за счет снижения в этих агросистемах нитрификационной способности, в сравнении с безотвальными обработками на 6–8 и 20–22 см. Это приводит к увеличению размеров нитратного питания растений при применении аммиачной селитры от традиционной вспашки к безотвальным обработкам, и способствует снижению кислотности (повышению величины pH_{KCl}) на вариантах с безотвальной обработкой в сравнении с ежегодной вспашкой на 20–22 см и с периодической ярусной вспашкой на 28–30 см [9].

При периодически промывном режиме серых лесных почв, за счет более низкой плотности сложения, на вариантах с ежегодной традиционной и периодически ярусной вспашками, в сравнении с безотвальными вариантами, происходит также более активная ежегодная потеря из верхних слоев почвы образованных кислых продуктов в процессе функционирования биоты с осадками, проникающими в глубь лежащие слои почвы. В результате поступающие в почвенный раствор кислотные реагенты из верхних слоев почвы в подпахотные горизонты не полностью нейтрализуются основаниями, и в процессе развития и функционирования почвы на вариантах с ежегодной традиционной и периодической ярусной вспашками происходит постепенное подкисление раствора в подпахотных слоя почвы, а вслед за раствором — и почвенного поглощающего комплекса [9,10,11]. В результате этого на вариантах традиционной и периодической ярусной вспашки мы наблюдаем небольшое понижение pH_{KCl} в подпахотных слоях серой лесной почвы.

На вариантах с ежегодной безотвальной обработкой на 6–8 и 20–22 см реакция почвенной среды повышается в сравнении с вариантами вспашки, но все эти показатели были в пределах одного интервала кислотности — слабокислой реакции почвенного раствора (pH_{KCl} — 5,1–5,5 ед.).

Выводы. Наблюдения за реакцией почвенной среды в течение пятнадцати лет в зернотравяном севообороте показали, что в слое 0–40 см целинного участка и изучаемых вариантах агросистем ее динамика зависит от приемов основной обработки и возделываемой культуры. Наиболее высокие показатели реакции почвенной среды формируются на вариантах с ежегодной безотвальной обработкой на 6–8 и 20–22 см.

В период вегетации культур в зернотравяном севообороте минимальные значения реакции почвенной среды формировались под ячменем — 4,83 ед, максимальные — под овсом с подсевом многолетних трав (клевер+тимофеевка) — 6,18 ед.

Уровень кислотности (pH_{KCl}) серой лесной почвы в метровом профиле почвы зернотравяного севооборота, на вариантах с ежегодной безотвальной обработкой на 6–8 и 20–22 см повышается в сравнении с вариантами ежегодной традиционной и периодической ярусной вспашки.

Все эти показатели независимо от системы приемов основной обработки в метровом профиле почвы зернотравяного севооборота в основном находилась в интервале слабокислой реакции почвенной среды (pH — 5,1–5,5 ед.).

Литература

1. Окорков В.В. Физико- химическая природа устойчивости почвенной структуры на серых лесных почвах Владимирского ополья // Почвоведение. — 2003. — № 11. — С. 1346–1353.

2. Окорков В.В. Физико-химическая природа устойчивости почвенной структуры на серых лесных почвах Владимирского ополья // Почвоведение. — 2003. — № 11. — С. 1346–1353.

3. Методика разработки рекомендаций по применению удобрений с помощью ЭВМ. — М., ВАСХНИЛ, ВИУА. — 1990. — 125 с.

4. Опытное дело в полеводстве. — М., 1982. — 180 с.

5. ГОСТ 26483-85 — ГОСТ 26490-85. Почвы. Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержание нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. — М., 1985. — 30 с.

6. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почвы. — М.: Агропромиздат. — 1986. — 416 с.

7. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. — М., 1968. — 498 с.

8. Окорков В.В., Григорьев А.А., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Приемы применения агрохимических средств на землях с неоднородным почвенным покровом во Владимирском ополье. — Владимир: ВОООО ВОИ ПУ «Рост». — 2010. — 188 с.

9. Окорков В.В. Антропогенная трансформация серых лесных почв Владимирского ополья при длительном применении удобрений. / В.В. Окорков. — Владимир; ВООО ВОИ. — 2012. — С. 39.

10. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в поч венном растворе. Изд. 2-е, испр. и доп. — Тула: Гриф и К, 2012. — 124 с.

11. Зинченко С.И. Особенности формирования плотности сложения в агросистемах серой лесной почвы // Владимирский земледелец. — № 1(99). — 2022. — С. 4–8.

УДК: 631.445.24:631.417:631.51

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА

А.С. Карашаева, Г.А. Ивашенков

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова», Россия, 127434, Москва, ул. Прянишникова, 31а

E-mail: k.areza@mail.ru

Резюме. *Одним из важных показателей, характеризующих биоэнергетический потенциал микрофлоры почвы, является количество энергии органического вещества, использованной микроорганизмами на образование микробной массы. Для повышения запасов энергии в гумусе, необходимо повышать поступление органического вещества в почву, в том числе путем введения в севообороты многолетних трав. При возделывании многолетних трав, увеличивается количество энергии, аккумулированной во фракции лабильных гуминовых кислот, формируются значительные объемы растительной биомассы, которая, поступая в почву в виде пожнивно-корневых остатков, увеличивает не только содержание гумуса и входящих в его состав гумусовых кислот, но и запасы энергии в них.*

Abstract. *One of the important indicators characterizing the bioenergetic potential of soil microflora is the amount of energy of organic matter used by microorganisms to form microbial mass. To increase the energy reserves in humus, it is necessary to increase the supply of organic matter in the soil, including through the introduction of perennial grasses into crop rotations. Cultivation of perennial grasses increases the amount of energy accumulated in the fraction of labile humic acids, significant amounts of plant biomass are formed, which entering the soil in the form of crop and root residues, increases not only the content of humus and humic acids included in its composition, but also the energy reserves in them.*

Почва, как известно, это сложная саморегулирующаяся система, включающая минеральные вещества, органику и многочисленных живых обитателей от микроорганизмов до червей и

насекомых. Истощение почв и насыщение их техногенными и антропогенными загрязнителями приводит к тому, что плодородный почвенный слой теряет один за другим те компоненты, которые и делают его уникальной системой, обеспечивающей сложные процессы минерализации и деминерализации веществ, преобразование энергии, самоочищения и самопроизводства.

Характер и интенсивность протекающих в агроэкосистеме процессов энерго- и массообмена тесно связаны с запасами энергии, аккумулированной в таких функционально значимых органических компонентах почвы, как гумус и микробная масса. В области энергетики почвенных микробиологических процессов в научной литературе освещены лишь немногие вопросы. До настоящего времени недостаточно изучены биоэнергетическое значение микробной массы в синтезе гумусовых соединений различных почв. Большой вклад в развитие идеи биоэнергетической оценки агроценозов внес В.В. Коринец [1]. Им предложена методика оценки энергетической эффективности севооборотов и определены показатели, на основании которых необходимо производить эту оценку. В.В. Коринец показал, что для правильного размещения сельскохозяйственных культур в севообороте необходимо более полно оценивать каждую культуру в качестве предшественника в зависимости от энергетического источника — солнечной радиации и времени ее воздействия на почву [1]. Результаты оценки биоэнергетического потенциала органического вещества почвы на основе анализа элементного состава гумусовых веществ и определение энергоемкости образования микробной массы могут быть использованы при решении теоретических и практических вопросов обеспечения устойчивого функционирования агроэкосистемы на основе совершенствования отдельных элементов системы земледелия.

При применении органических удобрений увеличивается поступление вещества, энергии и информации в почву и другие компоненты агрофитоценозов, возрастает интенсивность обмена с водной и воздушной средой; увеличивается интенсивность процессов минерализации, миграции, трансформации. При этом изменяется состав и разнообразие микробиологической активности, ферментов, микроорганизмов [2, 3]. Поступающее в почву органическое вещество удобрений и увеличивающаяся масса корневых и пожнивных остатков частично разлагаются. Освобождающаяся энергия используется для образования более сложных органических соединений, вторичных минералов, для трансформации почвенного поглощающего комплекса.

По нашему мнению, энергоемкость образования микробной массы является одним из важнейших составляющих в структуре совокупных энергозатрат, характеризующих интенсивность и направленность трансформации органического вещества в почве.

Цель исследования. Оценить энергосодержание гумуса в пахотном слое (0–20 см) при разных по интенсивности и характеру воздействия на почву системах механической обработки на фоне минеральных и органических удобрений.

Материалы и методы. Полевой стационарный опыт был заложен на Центральной опытной станции в Домодедовском городском округе Московской области. В опыте развернут зернопропашной севооборот: занятый бобово-злаковой смесью пар — озимая пшеница-ячмень-картофель-ячмень-овес. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая. Повторность на каждом поле 4-х кратная. Площадь делянки — 174 м^2, Учетная площадь — 48 м^2.

Исходные агрохимические свойства почвы были следующими: pH — 4,3–4,5, Hг — 4,5 мг-экв/100 г, S — 8,3 мг-экв/100 г, V — 64,3 %, содержание гумуса по Тюрину — 1,58 %, P_2O_5 по Кирсанову — 21 мг/кг; K_2O по Масловой — 113 мг/кг почвы. Следовательно, реакция почвы до закладки опыта была кислая. Избыточную кислотность почвы устраняли путем известкования — в первой ротации внесено 6 т/га, во второй 4 т/га известняковой муки. После известкования pH составил 6-6,5.

Изучали следующие варианты применения удобрений: 1. Без удобрений. 2. NPK — ежегодно вносили в среднем за ротацию по $N_{113}P_{114}K_{111}$. 3. NPK+солома ежегодно в среднем за ротацию $N_{113}P_{117}K_{108}$+внесение соломы после уборки зерновых культур под основную обработку почвы из расчета по 2,8 т/га. 4. NPK+навоз ежегодно в среднем за ротацию $N_{113}P_{117}K_{108}$+внесение навоза под картофель и парозанимающую культуру из расчета 14,5 т/га севооборотной пло-

щади. Фосфорные и калийные удобрения вносили осенью под основную обработку. Азотные удобрения — под яровые культуры перед предпосевной обработкой, под озимую пшеницу ½ дозы азота вместе с фосфорно-калийными удобрениями, а ½ весной и летом в качестве подкормки. Солому вносили во время уборки зерновых культур. Навоз вносили 2 раза за ротацию севооборота под картофель и бобово-злаковую смесь осенью под основную обработку почвы. В качестве пожнивного сидерата использовали горчицу белую. Теплоту сгорания органического вещества рассчитывали по формуле:

$$Q=90[C]+34,4[H]-50(0,84[O]-4[N],$$

где Q — теплота сгорания, кал/г;

[C] [H] [O] [N] — содержание элемента в препарате, %

Расчет энергетической эффективности пожнивного сидерата провели на основе экспериментальных данных Алиева А.М. При расчете коэффициентов ФАР использовали данные, представленные результатами 21-го длительного опыта Географической сети [4, 5].

Результаты и обсуждение. Обработка почвы — это важнейшая технологическая операция, являющаяся важным звеном в системе «почва — рабочий орган» — энергия (расходуемая на технологический процесс) должна учитываться в условиях развития растений, с одной стороны, и с другой стороны экология — сохранение равновесия агробиоценоза при техногенном воздействии на почву и окружающую среду.

Энергосодержание гумуса в пахотном слое почве (0–20 см) определяли на основе анализа элементного состава основных групп гумусовых веществ, при разных по интенсивности и характеру воздействия на почву приемах обработки.

Систематическое внесение полного минерального удобрения способствовало увеличению энергосодержания гумуса в сравнении с неудобренным вариантом при всех приемах обработки почвы (табл. 1)

Таблица 1. Действие приемов обработки почвы в сочетании с удобрениями на биоэнергетический потенциал гумуса

Приемы обработки почвы	Система удобрения	$C_{общ}$, %	Запасы в слое почвы 0–20 см	
			гумус, т/га	энергия в гумусе МДж/га
Дискование	Без удобрения	0,76	39,9	7,1
	NPK	0,89	47,0	8,6
	NPK+навоз	1,02	49,1	8,8
Культивация	Без удобрения	0,84	45,8	8,2
	NPK	1,03	55,1	10,1
	NPK+навоз	1,16	64,4	11,6
Боронование	Без удобрения	0,74	38,9	6,9
	NPK	0,85	43,2	7,9
	NPK+навоз	0,96	50,5	9,1

Обработка почвы по системе культивация способствовала большему накоплению гумуса и энергии в гумусе по сравнению с дискованием и боронованием. Внесение навоза в сочетании с полным минеральным удобрением при всех приемах обработки почвы увеличивало содержание гумуса и запасы энергии в гумусе. Наиболее заметно эта тенденция проявилась при обработке почвы методом культивации.

Оценка совокупного биоэнергетического потенциала гумуса по величине энергоосодержания основных групп гумусовых веществ позволила выявить ряд интересных законо-

мерностей. Так, если в варианте без удобрений совокупное энергосодержание гуминовых и фульвокислот кислот составило 49 %, то на фоне полного минерального удобрения этот показатель составил 66 %. При этом энергосодержание фульвокислот, негидролизуемого остатка и липидов на фоне полного минерального удобрения было соответственно на 41 и 33 % ниже, чем на неудобренном фоне. Внесение навоза в сочетании с полным минеральным удобрением при всех приемах обработки увеличивало содержание гумуса и запасы энергии в гумусе.

Для определения энергетического эквивалента микробной массы в качестве стандартных показателей удельной теплоты сгорания различных микроорганизмов, нами использованы данные приведенные Алиевым А.М. [4].

Биомасса микроорганизмов в пахотном слое дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в среднем при всех приемах обработки составляла 122,7 кг/га. При внесении соломы в сочетании с полными минеральным удобрением отмечено значительное увеличение микробной массы. Запашка пожнивного сидерата на фоне полного минерального удобрения увеличивала энергосодержание микробной массы.

После микромицетов и бактерий в разложении органики участвуют актиномицеты. Актиномицеты (после бактерий) относятся к важнейшей группе микроорганизмов, которые участвуют в почвообразовании. Они являются переходной формой между грибами и бактериями. Как бактерии они способны осваивать пространство, в которых отсутствуют свежие растительные остатки. Им требуется для размножения достаточно низкий уровень влажности почвы, им присуща высокая ферментативная активность. Они принимают участие в накоплении и формировании азотного баланса почвы [6]. При изучении динамики численности бактерий в почве, отмечается ярко выраженная энергия на образование микробной массы полевого севооборота с запашкой пожнивного сидерата (табл. 2).

Таблица 2. Энергосодержание микробной массы в пахотном слое (0–20 см) при запашке пожнивного сидерата МДж/га

Система удобрения	Бактерии	Грибы и актиномицеты	Всего	ЭОВ почвы, использованная на образование микробной массы
Без удобрений	1780	158	1938	51,0
NPK	2473	219	2692	70,8
Пожнивный сидерат+NPK	4895	434	5329	140,2

Пожнивная сидерация на фоне полного минерального удобрения увеличивала энергосодержание урожая сельскохозяйственных культур и коэффициент использования ФАР. Внесение соломы на фоне полного минерального удобрения приводило также к заметному увеличению энергоемкости образования микробной массы при всех приемах обработки почвы. При внесении соломы на фоне полного минерального удобрения было отмечено увеличение энергосодержания микробной массы и энергии, использованной на ее образовании в сравнении с вариантом без внесения соломы.

Запашка пожнивного сидерата (горчицы белой) на фоне полного минерального удобрения заметно увеличивала энергосодержание биологического урожая сельскохозяйственных культур: озимой пшеницы на 20,1; озимой ржи на 10,9; ячменя на 9,1 и овса на 7,8 ГДж/га.

Накопление энергии в зерне, как известно, есть произведение массы зерна и его энергосодержания. Поскольку энергосодержание — величина постоянная, то накопление энергии подвержено тем же закономерностям, что и урожайность зерна определенной культуры [6, 3]. При этом особенно заметно увеличилось энергосодержание основной и побочной продукции и в меньшей степени пожнивных и корневых остатков полевых культур.

Пожнивная сидерация в сочетании с полным минеральным удобрением способствовала более эффективному использованию энергии ФАР сельскохозяйственными культурами, особенно озимой пшеницей (коэффициент использования энергии ФАР — 1,31 %). В пожнивный период промежуточные культуры аккумулировали дополнительно до 45 ГДж/га при коэффициенте использования энергии ФАР — 1,0–1,2 %.

Обобщая результаты по биоэнергетическому потенциалу органического вещества полевого севооборота, можно заключить, что внесение навоза в сочетании с полным минеральным удобрением при изучаемых системах обработки почвы увеличивало содержание в ней гумуса и запасы энергии в гумусе. Энергоемкость микробной массы была отмечена на фоне полного минерального удобрения в сочетании с внесением соломы. Запашка пожнивного сидерата (горчицы белой) на фоне полного минерального удобрения увеличивала энергосодержание в биологическом урожае сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Коринец В.В. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур (методические рекомендации). Известия Волгоградского технического университета. — 1985. — С. 31.

2. Алиев А.М., Ваулина Г.И., Самойлов Л.Н., Старостина Е.Н. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при комплексном применении средств химизации. Плодородие. — 2018. — № 3 (102). — С. 12–14.

3. Голомолзин Р.С. Биоэнергетическая эффективность севооборотов в условиях лесостепи Поволжья. Агроинженерия. — 2011. — № 2. — С. 31–34.

4. Алиев А.М., Кирсанов Г.А., Старостина Е.Н. Влияние длительного применения комплекса средств химизации на плодородие почвы и продуктивность культур полевого севооборота. В сборнике: 75 лет Географической сети опытов с удобрениями. Материалы Всероссийского совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. — 2016. — С. 16–22.

5. Цимбалист Н.И., Ладонин В.Ф., Бузько В.А. и др. Оценка энергетической эффективности технологий возделывания озимой пшеницы в шести ротациях севооборота многолетнего стационара. Агрохимия. — 2007. — № 7. — С. 49–632.

6. Чугунова О.А. Влияние способа обработки почвы на биологическую активность при возделывании ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром / О.А. Чугунова, Г.К. Марковская // Известия Самарской ГСХА. — 2018. — № 4. — С. 22–27.

УДК 631.95:628.381.1

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА ОСНОВЕ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА И ГОРОДСКИХ ОТХОДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВОЙ КУЛЬТУРЫ

В.А. Касатиков,
Н.П. Шабардина
Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа –
филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»
ул. Прянишникова, д. 2, п. Вяткино, Судогодский р-н,
Владимирская область, 601390, Российская Федерация
E-mail: kasv47@yandex.ru

Резюме. *Разработка экологически безопасных методов утилизации органических отходов птицеводства, а также осадка городских сточных вод (ОСВ), использование современных методов их переработки способствуют сокращению объемов накопления отходов животновод-*

ства. Агрохимикаты на основе птичьего помета и ОСВ оказывают положительное влияние на агрохимические свойства различных типов почв, как следствие способствуя повышению урожайности яровой пшеницы и изменению ее агроэкологических показателей.
Abstract *The purpose of the research was to study the effect of biocomposts based on animal by-products obtained by composting organic poultry waste, as well as urban sewage sludge (OSV) on the yield and agroecological properties of grain crops. The research was carried out in a field experiment on sod-podzolic sandy loam soil. The comparative effect of biocomposts introduced in 2022 at doses of 15 and 30t/ha of 50% humidity for spring wheat was studied.*

Побочные продукты животноводства и органогенных городских отходов являются одним из основных продуктов производственной и антропогенной деятельности человека. Использование данных отходов в качестве основных компонентов органических удобрений — один из главных приемов их использования [1, 2, 3, 4, 5].

Разработка научно обоснованных экологически безопасных приемов использования побочной продукции животноводства и городского хозяйства в качестве органического удобрения, внедрение и совершенствование технологии по переработке побочной продукции способствуют сокращению объемов накопленных и вновь образованных отходов. В частности в настоящее время утилизируется не более 10% осадков городских сточных вод (ОСВ) в качестве удобрений [4], что связано с недостаточным внедрением современных технологий производства агрохимикатов на их основе, что не соответствует современным стандартам их применения [5].

Применение агрохимикатов на основе побочных продуктов животноводства и органогенных городских отходов проявляется в положительном их влиянии на агробиологические свойства почв, увеличении запасов органического вещества. Особенно отчетливо почвоулучшающие свойства данных агрохимикатов проявляются на песчаных, супесчаных и малоплодородных деградированных почвах [6, 7].

Цель исследования — изучение действия биокомпостов на основе подстилочного птичьего помета и ОСВ на урожайность и агроэкологические свойства зерновой культуры.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве. Изучалось сравнительное действие биокомпостов, внесённых в 2022 г. в дозах 15 и 30т/га 50% влажности под яровую пшеницу сорт Ладья и полученных путем мезофильно-термофильного компостирования субстратов на основе помета птичьего подстилочного и ОС и содержащих в своем составе соответственно: $N_{общ.}$ 2,68 и 0,7%, $P_2O_{5\ общ.}$ 1,63 и 1,5%, $K_2O_{общ.}$ 1,93 и0,36% при $pH_{сол.}$ 7,8 и 7,5ед., зольности 33,2 и 73,7%.

Для проведения исследования была выбрана дерново-подзолистая почва, сформировавшаяся на двучленных ледниковых отложениях. Горизонты $A_{пах}$ и B_1 представлены супесчаными отложениями, перекрывающими тяжелосуглинистые моренные образования.

Биокомпост на основе побочного продукта птицеводства получен путем мезофильно-термофильного компостирования подстилочного птичьего помета. Внесение продукта проводилось весной под основную обработку почвы. Содержание азота в составе агрохимиката на сухое вещество 2,68%, $P_2O_{5\ общ.}$ — 1,63%, $K_2O_{общ.}$ — 1,93% при $pH_{сол.}$ — 7,8.

Биокомпост на основе осадка сточных вод получен путем компостирования субстрата на основе механически обезвоженной смеси осадка сточных вод с активным илом и органо-содержащего наполнителя (опилки). Данный агрохимикат представляет собой структурированную массу темно-серого цвета с землистым запахом. Содержание азота в составе данного агрохимиката составляет на сухое вещество 0,7%, $P_2O_{5\ общ.}$ — 1,50%, $K_2O_{общ.}$ — 0,36% при $pH_{сол.}$ — 7,5.

Почва участка дерново-подзолистая супесчаная, развитая на флювиогляционной супеси, подстилаемой моренным суглинком. Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием дисперсионного анализа и программы Statistika 6.0.

В растительных образцах проводилось определение общих форм N, P_2O_5, K_2O по ГОСТ: 13496.4-93; 26657-97. Содержание свинца и кадмия в зерне яровой пшеницы определяли по ГОСТ 30692-2000, мышьяка — по ГОСТ 26930-86, ртути — по ГОСТ 31650-2012.

Результаты и обсуждение. Оценка метеорологических условий вегетационного периода 2022 года показала, что в первой половине вегетации, вплоть до середины июня отмечался существенный недостаток влаги при повышенном температурном фоне. Среднемесячные температуры отклонялись от нормы на 0,9-2,9 °С. ГТК этого периода составил 0,98, что характеризует условия данного периода как сухие. С третьей декады июня произошла резкая смена погоды от жаркой и засушливой к прохладной и избыточно влажной. ГТК этого периода составил всего 2,6, что характеризует условия данного периода как переувлажненные (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия вегетационного периода 2022 г.

Месяц	Температура,°С					Осадки, мм					ГТК
	Декады			среднемесячная	отклонение от нормы	декады			сумма за месяц	% от нормы	
	I	II	III			I	II	III			
Апрель	4,1	4,8	10,9	6,6	+0,9	5	19	1	25	70	1,26
Май	14,7	15,1	16,7	15,5	+2,9	3	14	18	35	81	0,73
Июнь	20,1	17,4	17,4	18,3	+1,8	0	5	49	54	74	0,98
Июль	15,2	15,1	16,6	15,6	–3,1	16	42	53	111	182	2,30
Август	13,0	16,1	15,2	14,8	–1,7	23	59	5	87	135	1,90

В среднем за период май–сентябрь ГТК = 1,43

Оптимизация гумусового состояния, физических, агрохимических и биологических свойств пахотного слоя почвы по действию биокомпостов на основе подстилочного птичьего помета, осадка сточных вод способствовала повышению урожайности яровой пшеницы. При этом прибавки ее урожайности превышали уровень контроля в пропорциональной зависимости на 85–106 % от действия биокомпоста на основе подстилочного птичьего помета (табл. 2). По действию биокомпоста на основе осадка сточных вод выявлено повышение урожайности яровой пшеницы на 84 %, что сравнимо с действием биокомпоста на основе птичьего помета в дозе 7,5 т/га по сухому веществу. Данная зависимость свидетельствует о повышенной (в 2 раза) агрономической эффективности биокомпоста на основе подстилочного птичьего помета в сравнении с биокомпостом на основе осадка сточных вод.

Данная зависимость обусловлена исходным агрохимическим составом биокомпостов, а также их влиянием на азотный режим и агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы.

Таблица 2. Действие биокомпостов на урожай яровой пшеницы, 2022 г.

Вариант опыта	Урожай зерна, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль	10,9	–	–
*Биокомпост на основе птичьего помета, 7,5 т/га	20,2	9,3	85
* Биокомпост на основе птичьего помета, 15 т/га	22,5	11,6	106
*Биокомпост на основе осадка сточных вод, 15 т/га	20,1	9,2	84
$НСР_{05}$	1,35	–	–

*В этой и последующих таблицах дозы удобрения даны на сухое вещество.

Содержание макроэлементов в биомассе яровой пшеницы не находится в пропорциональной зависимости от доз и видов биокомпостов (табл. 3). Данная зависимость объясняется эффектом ростового разбавления, наиболее выраженном в содержании азота в вариантах с биокомпостом на основе подстилочного птичьего помета, и обусловленном существенным повышением урожайности яровой пшеницы с учетом доз применения данного биокомпоста.

Таблица 3. Действие биокомпостов на химический состав зерна яровой пшеницы

Вариант	Содержание, % сух. в-ва					
	в зерне			в соломе		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Контроль	1,98	0,46	0,54	0,24	0,38	1,03
Биокомпост на основе птичьего помета, 7,5 т/га	1,62	0.46	0,34	0,32	0,20	1,14
Биокомпост на основе птичьего помета, 15 т/га	1,35	0,59	0,34	0,24	0,19	1,17
Биокомпост на основе осадка сточных вод, 15 т/га	1,53	0,66	0.49	0,24	0,32	1,13

Взаимосвязь между почвой и растениями в поглощении микроэлементов, в том числе ТМ довольно сложная. На поступление ТМ в растения влияет множество факторов, важнейшими из которых являются агрохимические свойства почв и динамика почвенных процессов, содержание металлов, состояние и трансформация их соединений, физиологические особенности растений.

Для анализа относительного изменения содержания ТМ в последующих таблицах применялись коэффициенты концентрации ($К_С$), рассчитываемые по формуле:

$$K_C = C_a / C_f$$

где C_a – аномальная концентрация элемента в варианте,

C_f — концентрация элемента на контроле.

В качестве основного показателя, определяющего влияние ТМ на элементный состав почвы, использовался показатель суммарного загрязнения почвы:

$$Z_C = \Sigma K_C - (n - 1)$$

где $К_С$ — коэффициент концентрации,

n — число элементов с $К_С$>1 концентрации.

В соответствии с полученными данными биокомпост на основе подстилочного птичьего помета не оказывает заметного влияния на содержание тяжелых металлов и мышьяка в зерне озимой пшеницы в отличии от действия биокомпоста на основе осадка сточных вод (табл. 4). При этом показатель суммарного загрязнения Z_C в вариантах с биокомпостом на основе подстилочного птичьего помета пропорционален его дозам. В то же время биокомпост на основе осадка сточных вод по величине Z_C превышает действие биокомпоста на основе подстилочного птичьего помета в 2,2–2,6 раза за счет различий в накоплении свинца в зерне яровой пшеницы. Для остальных рассматриваемых микроэлементов уровень их накопления не зависит от вида биокомпоста и находится ниже предела определения.

Таблица 4. Влияние биокомпоста на основе осадка сточных вод на содержание в зерне яровой пшеницы тяжелых металлов и мышьяка, мг/кг, сухого вещества

Вариант	Свинец	Кадмий	Ртуть	Мышьяк	Z_c
Контроль	0,49	<0,1	<0,01	<0,025	-

Вариант	Свинец	Кадмий	Ртуть	Мышьяк	Z_c
Биокомпост на основе птичьего помета, 7,5 т/га	0,55	<0,1	<0,01	<0,025	1,12
Биокомпост на основе птичьего помета, 15 т/га	0,66	<0,1	<0,01	<0,025	1,35
Биокомпост на основе осадка сточных вод, 15 т/га	1,44	<0,1	<0,01	<0,025	2,94
Норматив в зерне	5,0	0,3	0,05	2,0	

*приложение: нормативы содержания токсических соединений в зерне: свинец — 5,0; кадмий — 0,3; мышьяк — 2,0 мг/кг, ртуть — 0,05 [4].

При этом следует отметить низкий уровень изменения микроэлементного состава зерна яровой пшеницы по действию биокомпоста на основе осадка сточных вод. Это свидетельствует, в том числе и по величине Zc, об экологической безопасности при применении данного биокомпоста в качестве агрохимиката.

Выводы.

1. В результате проведенных исследований выявлено положительное влияние на урожайность яровой пшеницы, макроэлементный состав растений биокомпостов на основе осадка сточных вод и птичьего помета. Оптимизация гумусового состояния, физических, агрохимических и биологических свойств пахотного слоя почвы способствовала повышению урожайности яровой пшеницы на 85–106% от действия биокомпоста на основе птичьего помета. По действию биокомпоста на основе осадка сточных вод выявлено повышение урожайности яровой пшеницы на 84%, что сравнимо с действием биокомпоста на основе птичьего помета в дозе 7,5 т/га по сухому веществу.

2. В ходе проведения аналитических исследований не выявлено сверхнормативного накопления тяжелых металлов и мышьяка в зерне яровой пшеницы независимо от вида биокомпоста. Доказана их экологическая безопасность при использовании в качестве основного органического удобрения.

Литература

1. Анциферова Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения: автореф. канд. биол. наук. — М.:МГУ. — 2003. — 23 с.

2. Анализ опыта почвенного пути утилизации осадков сточных вод / Сюняев Н.К., Тютюнькова М.В., Слипец А.А. и др. — М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. — 2008. — 108 с.

3. Беляков А.Н. Влияние компоста на основе куриного помета на урожай и качество сельскохозяйственных культур // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с/х наук. 23 стр., 2000 г.

4. Курганова Е.В., Копейкина Л.И., Гюнтер Л.И., Беляева С.Д. Комплексная оценка осадков сточных вод //Агрохимический вестник. — 1999. — №3. — С. 38–40.

5. Laturnus, F. Organic contaminants from sewage sludge applied to agricultural soils/ F. Laturnus, K. von Arnold, C. Grøn. // Environ. Sci. Pollut. Res. — 2007. — №14. — P. 53–60.

6. Касатиков В.А., Раскатов В.А., Шабардина Н.П. Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на агроэкологические свойства компоста на основе осадка сточных вод и опилок. Доклады МСХА. — 2010. — Вып. 283. — С. 806–811.

7. Касатиков В.А., Шабардина Н.П. Влияние агрохимиката на основе осадка городских сточных вод на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы, урожайность райграса однолетнего // Владимирский земледелец. — 2020. — №2. — С. 10–13.

УДК 633.637/631.5

ЛЮПИНОЗЛАКОВЫЕ СМЕСИ НА СЕНАЖ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ: АГРОТЕХНОЛОГИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

В.В. Конончук[1], С.М. Тимошенко[1], В.Д. Штырхунов[1], Т.О. Назарова[1], Е.А. Тулинова[1], Д.Н. Никиточкин[1], Т.В. Смолина[1], Г.Б. Морозова[1], Х.А. Ахриев[2], Е.А. Комиссарова[3]

[1]ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»

143026, Московская обл., Одинцовский р-н, г. п. Новоивановское, ул. Агрохимиков, 6, тел. 8 (495)-591-87-34

[2]ООО «Лебозол Восток»

[3]ФГБОУ ВО РГАЗУ

E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru

Резюме. *В условиях изменяющегося климата Центрального Нечерноземья на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, в достаточной степени обеспеченной фосфором и калием, при отсутствии достоверного долгосрочного прогноза погоды на первую половину вегетационного периода, получение 7–10 т/га сухой сенажной массы люпинозлаковых смесей с накоплением в ней 0,8–1,6 т/га сырого протеина и 64–99 МДж/га обменной энергии (180–200 г/кг и 14,1–13,0 МДж/кг) соответственно, обеспечивалось выращиванием их в расширенном составе с использованием норм высева люпина не ниже 1,6–1,8 млн/га, злакового компонента 50–60% от полной нормы по фону полного минерального удобрения с внесением с осени под зябь* $P_{60}K_{80}$ *и 50 кг/га N весной под культивацию перед посевом. Такой подход позволяет стабилизировать производство собственных высококачественных и дешевых объемистых кормов на более высоком уровне и снизить себестоимость конечной продукции молочного животноводства. Использование двукратной некорневой подкормки «по листу» комплексом жидких микроудобрений стимулирующего характера в интегрированной системе защиты растений люпинозлаковых смесей для внедрения в технологический процесс требует дальнейшей проработки в более широком диапазоне погодного фактора.*

Abstract*. Under the conditions of the changing climate of the Central Non-Chernozem Region on soddy-podzolic medium loamy soil, sufficiently provided with phosphorus and potassium, in the absence of a reliable long-term weather forecast for the first half of the growing season, obtaining 7–10 t/ha of dry haylage mass of lupine-cereal mixtures with the accumulation of 0.8–1.6 t/ha of crude protein and 64–99 MJ/ha of metabolizable energy (180–200 g/kg and 14.1–13.0 MJ/kg), respectively, were provided by growing them in an expanded composition using the norms sowing of lupine not less than 1.6–1.8 million/ha, cereal component 50–60% of the total norm against the background of complete mineral fertilizer with the introduction of P60K80 in the fall under the fall and 50 kg/ha N in the spring for cultivation before sowing. This approach allows us to stabilize the production of our own high-quality and cheap bulk feed at a higher level and reduce the cost of the end product of dairy farming. The use of double foliar top dressing "by leaf" with a complex of liquid microfertilizers of a stimulating nature in the integrated plant protection system of lupine-cereal mixtures for introduction into the technological process requires further study in a wider range of the weather factor.*

Работа выполнена в рамках проведения научно-исследовательских работ в соответствии с Соглашением о консорциуме, образованным для выполнения крупного научного проекта Минобрнауки России ***«Актуальные научные задачи стратегии адаптации потенциала землепользования России в современных условиях беспрецедентных вызовов (экономический кризис, изменения климата, кризис глобальных тенденций природопользования)»*** *(соглашение № 075-15-2020-805 от 02 октября 2020 г.).*

Решающим фактором повышения продуктивности и стабильности полевого кормопроизводства в специализированных сельскохозяйственных предприятиях Центрального Нечерноземья в условиях изменяющегося климата является расширение видового разнообразия поливидовых агрофитоценозов за счет введения в их состав культур и сортов с разным сроком биологического созревания [1–3].

В этом отношении определенный научный и практический интерес представляет культура узколистного люпина детерминантного типа. Его совместные посевы с яровой пшеницей, ячменем или овсом, наряду с горохозлаковыми смесями, позволяют существенно повысить сбор сенажной массы, стабилизировать на более высоком уровне выход сырого протеина и обменной энергии, что особенно актуально для хозяйств, расположенных в областях к северу и востоку от Москвы, где влияние климатических катаклизмов наиболее выражено.

Цель исследования — выявление реакции люпинозлаковых смесей различного состава на применение макро-, микроудобрений и норм высева бобового компонента при возделывании на сенаж в разных погодных условиях в Центре Нечерноземной зоны России.

Методика и условия исследования. Исследования проводили в 2018–2020 и 2022 годах в краткосрочных полевых опытах (расщепленная делянка) на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новой Москве неподалеку от аэропорта «Внуково» у населенного пункта Кривошеино.

В опыте использовали следующие сорта сельскохозяйственных культур: люпин узколистный Ладный, пшеница яровая Злата, Агата, ячмень Надежный, Московский 86, овес пленчатый Яков, Залп, овес голозерный Немчиновский 61.

Почва — дерново-подзолистая среднесуглинистая, с глубины 60–80 см подстилаемая суглинистой мореной.

В годы исследования пахотный слой (0–20 см) ее характеризовался средним уровнем окультуренности с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием (табл. 1).

Схемой опыта предусматривалось изучение эффективности доз и сочетания минеральных удобрений (PK, NPK, фактор А) и норм высева люпина в смесях, варьировавших в разные годы в диапазоне 1,4–2,0 млн/га с шагом 0,2 млн/га (фактор В), на фоне двукратного использования по вегетации инсектицидно-фунгицидной баковой смеси с добавлением жидких микроудобрений органической природы ростостимулирующего и антистрессового характера. Нормы высева злакового компонента (50–60 % от полной) составляли 3,0 млн/га для яровой пшеницы и ячменя, 2,25 млн/га для пленчатого и голозерного овса. В настоящей работе приведены результаты по нормам высева люпина 1,6 и 1,8 млн/га, проходящим через весь временной интервал исследования.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы в годы проведения эксперимента (слой 0–20 см)

Год	Агрохимические показатели				
	pH_{KCl}, ед.	$H_г$, мг-экв/100 г	Гумус, %	P_2O_5	K_2O
				мг/кг	
2018	5,7–6,7	1,40–1,90	1,6–1,8	165–240	140–180
2019	5,3–6,7	0,94–2,69	1,5–1,7	160–300	130–220
2020	5,3–5,8	2,50–2,70	1,8–2,1	190–220	130–180
2022	4,6–4,9	2,70–3,34	1,8–2,1	250–350	180–220

Дозы P_2O_5 и K_2O удобрений, вносимые с осени под зябь разбрасывателем центробежного типа Amazone, варьировали в широком диапазоне — от 30 до 100–150 кг/га и в среднем составляли $P_{60}K_{80}$, доза азота — 50 кг/га. Площадь делянки первого порядка 144 м^2, второго 48 м^2. Повторность четырехкратная. Агротехнология общепринятая в зоне, кроме изучаемых элемен-

тов. Предшественник — яровые зерновые. Способ основной обработки почвы — культурная вспашка на 20–22 см.

Гербициды в смешанных посевах не применялись, а для защиты растений от вредителей и болезней использовали: протравители — Фундазол, СП (2018-2019 гг.), ТМТД, ВСК+ Табу, ВСК (2020 г.), Витарос, ВСК +Табу, ВСК (2022). В баковую смесь пестицидов по вегетации включали фунгициды — Колосаль Про (2018-2020 гг.), Спирит, СК (2022 г.), инсектициды — Данадим, КЭ (2018 г.), Децис Профи, КЭ (2019 г.), Борей Нео, СК (2020, 2022 гг.).

Для помощи растениям по выходу из стресса, связанного с применением пестицидов и с изменениями погоды, в баковую смесь препаратов при протравливании семян и по вегетации в 2018–2020 годах добавляли ростостимулятор с антистрессовым эффектом гуматной природы Гумистим Zn, B. В 2022 году вместо него использовали комплекс жидких микроудобрений органической природы производства ФРГ (поставщик ООО «Лебозол Восток») [4]. При этом к протравителю добавляли препараты: Аминозол, на 56–58 % состоящий из пептидов и аминокислот, содержащий 0,25 % серы и 1,28 % натрия в органической форме, Заатгут Микс с содержанием азота, цинка, меди и марганца в нитратной форме от 2,2 % до 7,8 % в зависимости от элемента. По вегетации при первой обработке посева (3–6 настоящих листьев люпина, начало кущения злаков) к инсектицидно-фунгицидной смеси добавляли Лебозол-Молибден (15,6 % водорастворимого молибдена и 7,6 % общего содержания натрия), а при второй (бутонизация люпина) — Лебозол-Бор (11 % водорастворимого бора). При всех обработках, включая протравливание, в качестве прилипателя использовали Фульвитал Плюс — водорастворимый продукт переработки вермокомпоста с выраженным стимулирующим эффектом (ООО «Родагро») [5].

В день посева семена люпина обрабатывали ризоторфином с активным штаммом N_2-фиксирующих бактерий производства ВНИИСХМ.

Посев проводили в лучшие агротехнические сроки сеялкой Amazone Д 9. Обработки посевов по вегетации — штанговым навесным опрыскивателем Amazone с шириной захвата 12 м. При учете зеленой массы использовали навесную косилку роторного типа, агрегатируемую с трактором КМЗ.

В процессе разработки программы исследований и закладки полевого опыта пользовались рекомендациями, изложенными в руководствах: «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982), «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, зернобобовые и крупяные сельскохозяйственные культуры» (Федин, 1985), «Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных» (Доспехов, 1985), «Методические указания по оценке качества и питательности новых видов кормов» (Сычев, Лепешкин, 2009).

Агрохимические анализы почвы и растений выполняли в сертифицированной лаборатории массовых анализов института по методикам и ГОСТам, принятым в Агрохимической Службе.

Метеорологические условия в период активного формирования биомассы (2–3 пары настоящих листьев люпина, кущение злаков — «зеленый боб», начало налива зерна) отличались выраженным разнообразием (табл. 2), что не могло не сказаться на величинах урожайности и показателях продуктивности сухой сенажной массы.

Таблица 2. Гидротермический коэффициент за период с 11 июня по 20 июля 2018–2020, 2022 гг.

Годы	2018	2019	2020	2022
ГТК	1,49	1,18	2,36	0,89
Средний многолетний 1,36				

Результаты и обсуждение. Исследованиями установлено, что в зависимости от состава и элементов агротехнологии урожайность рассматриваемых люпинозлаковых смесей в раз-

ные годы изменялась от 4,88–5,00 т/га до 8,18–10,35 т/га, сбор сырого протеина — от 0,58 до 1,65 т/га, обменной энергии 44,2–100,6 ГДж/га (табл. 3).

В среднем за годы исследований наиболее высокой урожайностью, величинами накопления в ней сырого протеина и обменной энергии выделялась смесь люпина с яровой пшеницей — 7,26 т/га, 1,02 т/га и 65,2 ГДж/га соответственно.

На втором и третьем местах располагались смешанные посевы люпина с пленчатым овсом и ячменем. При достигнутом уровне урожайности обеспеченность 1 кг кормовых единиц сырым протеином и энергией составляла 200–210 г и 12,8–13,5 МДж, что позволяет отнести полученную сенажную массу к первому классу качества (табл. 4).

Для всех изучаемых смешанных посевов с участием люпина узколистного детерминантного типа наилучшие условия формирования продуктивности складывались при ГТК 1,18–1,49 (умеренная засушливость — повышенное увлажнение). При этом урожайность сухой массы в зависимости от состава варьировала в диапазоне 6,44–9,03 т/га, накопление протеина и энергии — от 0,90 до 1,35 т/га и от 58,9 до 85,8 ГДж/га соответственно. Повышение уровня увлажнения по ГТК до 2,36 (избыточный) приводило к уменьшению урожайности сухой надземной массы на 10-30 %, накопления сырого протеина и обменной энергии — на 29–38 % и на 14–22 % соответственно вследствие негативного влияния концентрации последних в биомассе: 10,5–12,4 % и 8,54–8,97 МДж/кг против 13,5–16,5 % и 8,86–9,74 МДж/кг соответственно в зависимости от состава (табл. 5).

Следует отметить, что возделывание смеси люпина с голозерным овсом Немчиновский 61 в засушливых условиях 2022 года (ГТК 0,89), на фоне двукратной листовой подкормки комплексом жидких микроудобрений органической природы с ростостимулирующим и антистрессовым эффектом, обеспечивало при меньшей урожайности сухой массы (-10 %) повышение накопления сырого протеина в среднем на 11 % , выхода кормовых единиц на 8 % в сравнении с аналогичными величинами у смеси с участием пленчатого овса, выращиваемой в более комфортных условиях 2019 года (ГТК 1,18) на фоне использования антистрессанта и ростостимулятора Гумистим Zn, B. Полученные при этом результаты носят предварительный характер. Их уточнение будет продолжено в последующие годы с выделением вариантов без обработки микроэлементами (-) и с их использованием (+) методом расщепления делянки. Тем не менее, применение некорневых подкормок «по листу» жидким микроудобрением обеспечило стабилизацию продуктивности сенажной массы на уровне, характерном для нормальных условий увлажнения ГТК 1,18–1,49 (табл. 5).

Во все годы азот удобрений повышал урожайность сенажной массы и ее продуктивность от +6–14 % до +35–51 % в зависимости от показателя. В благоприятные по увлажнению годы прибавки обеспечивались как за счет увеличения доли злакового компонента в надземной массе (+12–17 %), так и вследствие повышения в ней содержания сырого протеина (+1–2 весовых процента) и обменной энергии (+0,2–0,4 МДж/кг) к аналогичным величинам на фоне РК.

В неблагоприятные годы (ГТК 0,89; 2,36) положительную реакцию на азот проявляли смеси люпина с ячменем, пленчатым и голозерным овсом. Под влиянием этого фактора сбор сухой сенажной массы в смешанном посеве люпина с пленчатым овсом стабилизировался на уровне 7,3–7,4 т/га.

Таблица 3. Влияние удобрений и норм высева люпина в смешанных посевах на урожайность сухой сенажной массы и продуктивность при разных погодных условиях (2018-2022 гг.)

Показатели	Удобрение, кг/га, фактор А	Нормы высева люпина в смеси, млн/га, фактор В	Состав смеси								
			Люпин+пшеница яровая			Люпин+ячмень			Люпин+овес пленчатый		Люпин+овес голозерный
			Гидротермический коэффициент (ГТК) за период с 11 июня по 20 июля								
			1,18	1,49	2,36	0,89	1,18	2,36	1,18	2,36	0,89
			2019 г.	2018 г.	2020 г.	2022 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2022 г.
Урожайность, т/га	$P_{60}K_{80}$	1,6	5,43/58	8,62/54	6,14/52	5,34/46	4,88/52	5,00/54	7,12/41	5,00/44	6,18/61
		1,8	5,58/60	6,82/67	5,79/59	6,58/60	6,53/38	4,45/66	6,70/40	6,16/32	5,78/73
	$N_{50}P_{60}K_{80}$	1,6	8,18/38	10,33/43	6,62/30	6,02/42	7,33/33	6,16/46	6,48/30	8,00/39	5,81/59
		1,8	6,57/47	10,35/52	6,63/41	5,25/44	7,86/28	5,00/60	8,27/19	6,61/39	7,85/34
$НСР_{05}$, т/га	А=		0,52	0,85	1,25	0,50	0,80	0,37	0,91	0,58	0,79
	В=		0,87	1,04	1,02	0,69	0,83	0,55	0,84	0,72	0,58
	АВ=		0,92	1,44	1,77	0,74	1,52	0,95	1,46	1,01	1,02
Выход кормовых единиц, тыс.	$P_{60}K_{80}$	1,6	4,0	5,8	3,6	1,9	3,4	3,2	4,7	3,2	5,3
		1,8	4,0	5,4	3,9	5,2	3,0	3,1	4,6	3,6	5,2
	$N_{50}P_{60}K_{80}$	1,6	6,4	7,3	3,7	4,6	5,2	3,8	4,6	5,1	4,7
		1,8	5,3	7,9	3,8	4,2	5,5	3,3	5,8	4,0	6,0
Сбор сырого протеина, т/га	$P_{60}K_{80}$	1,6	0,84	1,13	0,64	0,79	0,67	0,60	0,92	0,58	1,13
		1,8	0,84	1,13	0,76	1,04	0,76	0,63	0,92	0,59	1,12
	$N_{50}P_{60}K_{80}$	1,6	1,39	1,48	0,61	0,93	1,06	0,71	0,93	0,91	0,97
		1,8	1,15	1,65	0,65	0,86	1,10	0,64	1,19	0,69	1,19
Накопление обменной энергии, ГДж/га	$P_{60}K_{80}$	1,6	51,9	78,7	52,3	35,4	44,9	44,2	64,4	44,2	63,4
		1,8	52,8	67,2	52,5	64,8	49,3	41,4	61,7	52,0	61,6
	$N_{50}P_{60}K_{80}$	1,6	80,7	96,7	54,8	58,8	68,6	54,0	60,4	71,0	58,2
		1,8	65,5	100,6	55,8	52,2	72,8	45,1	77,2	57,0	76,2

Примечание: в знаменателе доля бобового компонента, %, тоже и в последующих таблицах

Таблица 4. Влияние состава люпинозлаковых смесей на урожайность и продуктивность сухой массы. В среднем по факторам, кроме изучаемого (2018-2022 гг.)

Показатели	Состав смесей			
	Люпин+пшеница яровая (2018–2020 гг.)	Люпин+ячмень (2019-2020, 2022 гг.)	Люпин+овес пленчатый (2019–2020 гг.)	Люпин+овес голозерный*) (2022 г.)
Урожайность, т/га	7,26 / 50	5,87 / 47	6,79 / 36	6,40 / 57
Выход кормовых единиц, тыс.	5,1	3,9	4,4	5,3
Сбор сырого протеина, т/га	1,02	0,82	0,84	1,10
Накопление обменной энергии, ГДж/га	65,2	52,6	61,0	64,8

Примечание — с использованием жидких микроудобрений «по листу», то же и в последующих таблицах

Таблица 5. Влияние погодных условий на урожайность и продуктивность сухой массы люпинозлаковых смесей различного состава. В среднем по факторам, кроме изучаемого (2018–2022 гг.)

ГТК (год)	Состав смеси	Показатели			
		Урожайность, ц/га	Выход кормовых единиц, тыс.	Сбор сырого протеина, т/га	Накопление обменной энергии, ГДж/га
1,18 (2019 г.)	Люпин + пшеница яровая	6,44 / 51	4,9	1,06	62,7
	Люпин + ячмень	6,65 / 38	4,3	0,90	58,9
	Люпин + овес пленчатый	7,14 / 32	4,9	0,99	65,9
1,49 (2018 г.)	Люпин + пшеница яровая	9,03 / 54	6,6	1,35	85,8
2,36 (2020 г.)	Люпин + пшеница яровая	6,30 / 46	3,8	0,66	53,8
	Люпин + ячмень	5,15 / 56	3,4	0,64	46,2
	Люпин + овес пленчатый	6,44 / 38	4,0	0,69	56,0
0,89 (2022 г.)	Люпин + овес голозерный	6,40 / 57	5,3	1,10	64,8

Однако, размеры показателей продуктивности при переувлажнении все же были на 12, 24 и 7 % ниже, чем в нормальных условиях. У смеси люпина с голозерным овсом укосного направления Немчиновский 61 предпосевное внесение 50 кг/га азота на фоне двукратной некорневой подкормки комплексом жидких микроудобрений приводило к росту урожайности сухой массы с 5,98 т/га до 6,83 т/га (+14 %), но продуктивность изменялась слабо (±4–8 %) в зависимости от показателя (табл. 6).

В целом, для формирования максимальной продуктивности люпинозлаковых смесей на сенаж, в условиях изменяющегося климата Центрального Нечерноземья, на дерново-подзолистых почвах среднего плодородия — их необходимо возделывать на фоне полного минерального удобрения с внесением с осени под зябь не менее 60 кг/га P_2O_5 и 80кг/га K_2O, а перед посевом — до 50 кг/га N. В благоприятных условиях увлажнения (ГТК 1,18–1,49) это обеспечивало получение порядка 7–10 т/га сухой сенажной массы с накоплением в ней до 0,8–1,6 т/га сырого

протеина, 64–99 ГДж/га обменной энергии с выходом кормовых единиц от 5 до 8 тыс. кг на 1 га. При переувлажнении (ГТК 2,36) сбор сухой сенажной массы уменьшился в среднем на 20 %, показатели продуктивности — на 24–56 % (сбор протеина) и на 7–36 % (обменная энергия). В наибольшей степени переувлажнение на фоне NPK снижало продуктивность смесей люпина с ячменем и с яровой пшеницей (–30–37 %), в меньшей — люпиноовсяной (–7–24 %).

Увеличение нормы высева люпина в смесях от 1,6 млн/га до 1,8 млн/га оказывало устойчивое положительное влияние на урожайность сухой массы только в смешанных посевах с участием ячменя и пленчатого овса, выращиваемых в условиях умеренной засушливости (ГТК 1,18) +7–8 % в зависимости от показателя. Однако при избыточном увлажнении более высокая норма высева люпина не имела преимущества перед меньшей. Накопление протеина и обменной энергии в урожае снижалось на 3–14 %, причем наиболее заметно — в смешанном посеве люпина с пленчатой формой овса (–5–14 %).

Реакция люпино-пшеничной смеси была неоднозначной. Если сбор сухой массы под влиянием роста доли люпина в семенах при посеве уменьшался на 3–11 % независимо от складывающихся гидротермических условий, то накопление сырого протеина в ней в годы с повышенным и избыточным увлажнением возрастало на 6–13 % или от 0,62–1,30 т/га до 0,70–1,39 т/га за счет увеличения содержания люпина в биомассе на 9–12 %. Величины накопления обменной энергии при этом варьировали в близких пределах 54–88 ГДж/га и 54–84 ГДж/га. Только в условиях умеренной засушливости (ГТК 1,18) наблюдалось уменьшение накопления протеина и обменной энергии на 11 % или с 1,12 т/га и 66,3 ГДж/га до 1,00 т/га и 59,2 ГДж/га.

В смешанном посеве люпина с голозерным овсом, выращиваемым в засушливых условиях 2022 года (ГТК 0,89), увеличение нормы высева люпина до 1,8 млн/га способствовало росту всех показателей продуктивности на 10–13 % (табл. 7).

Таблица 6. Влияние азота удобрений на урожайность и продуктивность сухой массы люпинозлаковых смесей при разных погодных условиях. В среднем по факторам, кроме изучаемого (2018–2022 гг.)

ГТК (год)	Состав смесей	$P_{60}K_{80}$				$N_{50}P_{60}K_{80}$			
		Показатели продуктивности							
		Урожайность, ц/га	Выход кормовых единиц	Сбор сырого протеина, т/га	Накопление обменной энергии ГДж/га	Урожайность, ц/га	Выход кормовых единиц	Сбор сырого протеина, т/га	Накопление обменной энергии ГДж/га
1,18 (2019 г.)	люпин+ пшеница яровая	5,50 / 59	4,0	0,84	52,4	7,38 / 42	5,8	1,27	73,1
	люпин+ ячмень	5,70 / 45	3,2	0,72	47,1	7,60 / 30	5,3	1,08	70,7
	люпин+овес пленчатый	6,91 / 40	4,6	0,92	63,0	7,38/24	5,2	1,06	68,8
1,49 (2018 г.)	люпин+ пшеница яровая	7,72 / 60	5,6	1,13	73,0	10,34 / 48	7,6	1,56	98,6
2,36 (2020 г.)	люпин+ пшеница яровая	5,96 / 56	3,8	0,70	52,4	6,62 / 36	3,8	0,63	55,3
	люпин+ ячмень	4,72 / 60	3,2	0,62	42,8	5,58 / 53	3,6	0,68	49,6
	люпин+овес пленчатый	5,58 / 38	3,4	0,58	48,1	7,30 / 39	4,6	0,80	64,0
0,89 (2022 г.)	люпин+ пшеница яровая	5,98 / 67	5,2	1,12	62,5	6,83 / 46	5,4	1,08	67,5

Таблица 7. Влияние норм высева люпина в смесях на урожайность и продуктивность сухой массы при разных погодных условиях. В среднем по факторам, кроме изучаемого (2018-2022 гг.)

ГТК (год)	Состав смесей	Норма высева люпина в смеси, млн/га							
		1,6				1,8			
		показатели продуктивности							
		Урожайность, ц/га	Выход кормовых единиц	Сбор сырого протеина, т/га	Накопление обменной энергии ГДж/га	Урожайность, ц/га	Выход кормовых единиц	Сбор сырого протеина, т/га	Накопление обменной энергии ГДж/га
1,18 (2019 г.)	люпин+ пшеница яровая	6,80 / 48	5,2	1,12	66,3	6,08 / 54	4,6	1,00	59,2
	люпин+ ячмень	6,10 / 42	4,3	0,86	56,8	7,20 / 33	4,2	0,93	61,0
	люпин+овес пленчатый	6,80 / 36	4,6	0,92	62,4	7,48 / 30	5,2	1,06	69,4
1,49 (2018 г.)	люпин+ пшеница яровая	9,48 / 48	6,6	1,30	87,7	8,58 / 60	6,6	1,39	83,9
2,36 (2020 г.)	люпин+ пшеница яровая	6,38 / 41	3,6	0,62	53,6	6,21 / 50	3,8	0,70	54,2
	люпин+ ячмень	5,58 / 50	3,5	0,66	49,1	4,72 / 63	3,2	0,64	43,2
	люпин+овес пленчатый	6,50 / 42	4,2	0,74	57,6	6,38 / 35	3,8	0,64	54,5
0,89 (2022 г.)	люпин+ овес голозерный	6,00 / 60	5,0	1,05	60,8	6,82 / 54	5,6	1,16	68,9

Выводы. В соответствии с выше изложенным, для гарантированного и стабильного получения высоких урожаев сенажной массы в смешанных посевах люпина узколистного детерминантного типа Ладный с яровой пшеницей, ячменем, пленчатым и голозерным овсом порядка 7–10 т/га, на средне-окультуренных дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Центра Нечерноземной зоны РФ, с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием, в изменяющихся погодных условиях на протяжении активной вегетации, — их необходимо выращивать как на естественном азотном фоне, так и с внесением полного минерального удобрения в дозах не ниже 60 кг/га P_2O_5, 80 кг/га K_2O с осени под зябь и 50 кг/га N весной под культивацию. В смешанных посевах нормы высева люпина должны находиться в пределах 1,6–1,8 млн/га в сочетании с нормами высева злакового компонента в диапазоне 50–60 % от полной.

Такой подход обеспечивал накопление протеина в сухой сенажной массе в пределах 0,8–1,6 т/га, обменной энергии 64–99 ГДж/га при обеспеченности 1 кг кормовых единиц соответственно 180–220 г, 14,1–13,0 МДж.

При засухе в первую половину вегетационного периода 2022 года две некорневые подкормки комплексом жидких микроудобрений стимулирующего характера способствовали стабилизации урожайности в пределах 7–8 т/га сухой сенажной массы с накоплением в ней сырого протеина 1,04–1,19 т/га, обменной энергии 65–76 ГДж/га или в расчете на 1 кг кормовых единиц 199–202 г и 12,6–12,7 МДж соответственно.

Литература

1. Жученко А.А. Пути инновационно-адаптивного развития АПК России в XX столетии. — Киров: НИИСХ Северо-Востока. — 2011. — 144 с.

2. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). — М.. — 2014. — 135 с.

3. Благовещенский Г.В., Штырхунов В.Д., Конончук В.В. Энергопротеиновый потенциал трав и фуражных культур // Кормопроизводство. — 2016. — №2. — С. 21–23.

4. ООО «Лебозол Восток». Информация о продуктах http://лебозол-восток.рф.

5. ООО «Родагро». Органоминеральные удобрения на основе фульвовых кислот. http://rodagro.ru.

УДК 631.51; 630.114

ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ РАЗНЫХ ДОЗ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА

Н.С. Матюк, Д.А. Рябов, М.А. Мазиров, В.Д. Полин
ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А.Тимирязева», 127334, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
E-mail: nsmatukzem@gmail.com; d.ryabov@rgau-msha.ru

Резюме. *Возделывание горчицы белой как сидеральной культуры после уборки озимой пшеницы выполняло двойную функцию: обогащало почву свежим органическим веществом с оптимальным соотношением азота к углероду, позволяло эффективно использовать излишки азота летней подкормки и закреплять его в органических веществах, что препятствовало его вымыванию в нижележащие горизонты при избыточном увлажнении, способствовало эффективному использованию последующими полевыми культурами.*

Abstract. *The cultivation of white mustard as a green manure crop after harvesting winter wheat performed a dual function: it enriched the soil with fresh organic matter with an optimal ratio of nitrogen to carbon, made it possible to effectively use excess nitrogen from summer feeding and fix it in organic*

matter, which prevented its leaching into the underlying horizons with excessive moisture. contributed to the effective use of subsequent field crops.

Введение. Для повышения адаптационного потенциала агроэкосистем необходимо разработать системы удобрений, включающие в себя максимально рациональное использование побочной продукции и пожнивно-корневых остатков (Новиков А.Н., 2004; Матюк Н.С., 2008; Зинченко С.И.,2016). С биомассой разных культур, по данным Зинченко С.И. (2019), от общего количества в урожае в почву возвращается от 27–60,5 % азота, 18,5–51,7 % фосфора, 16,7–48,1 % калия и 27,6–54 % кальция.

По обобщенным данным (Еськов А.Н., 2006; Лошаков В.Г., 2007; Солдатова С.С., 2011) с каждой тонной соломы зерновых в почву возвращается 8,5 кг азота, 3,8 фосфора, 13 калия, 4,2 кальция, 0,7 кг магния и ряд микроэлементов, которые накапливаются в соломе в большей степени, чем в зерне (железа от 10 до 30 г/т, марганца от 15 до 70, меди от 2 до 5, цинка от 20 до 50, молибдена от 0,2 до 0,4, бора от 2 до 5 г/т).

Одним из путей стабилизации почвенного плодородия и повышения устойчивости агроэкосистем является использование нетрадиционных форм удобрений, особое место среди которых занимает солома зерновых и культуры, возделываемые на сидерат. Солома и зеленая масса разных сельскохозяйственных культур — органические удобрения, являющиеся эффективным и дешевым средством повышения плодородия почвы и производительности культур (Матюк Н.С.,2010).

Важная роль в поддержании устойчивости агробиоценозов отводится приемам обработки почвы, которые обеспечивают разноглубинное распределение по почвенному профилю поступающих органических веществ и создают разные условия по водно-температурным характеристикам корнеобитаемого слоя (Матюк Н.С., Зинченко С.И. и др., 2020).

Цель исследований — изучить динамику изменения количественных и качественных параметров накопления и трансформации органических веществ с участием микробного сообщества, а также поступления и аккумуляции органического углерода и биофильных элементов при разноглубинной заделке соломы, ботвы, пожнивно-корневых остатков и сидерата при одинарной и двойной дозе подкормки озимой пшеницы в зернопропашном севообороте.

Объекты и методы исследований. Исследования выполнены в опыте Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, который был заложен в 2008 г. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующей агрохимической характеристикой: кислотность почвы близкая к нейтральной ($pH_{кс1}$) — 5,7, содержание гумуса — 2,4 %, подвижного фосфора — 180–200 и обменного калия — 110–120 мг/кг почвы.

Отвальная система обработки включала следующие приемы: ежегодную вспашку на глубину 20–22 см, предпосевную культивацию на 6–8 см под под однолетние травы, ячмень и озимую пшеницу, предпосадочное фрезерование на 14–16 см под картофель.

Минимальная — дискование на 10–12 см и предпосевную культивацию на 6–8 см под ячмень, предпосадочное фрезерование на 14–16 см под картофель, прямой посев однолетних трав и озимой пшеницы.

Удобрения вносили на планируемую урожайность под однолетние травы и ячмень в дозе 32 кг/га д.в. NPK. При выращивании озимой пшеницы проводили азотную подкормку: одинарную из расчета 70 кг/га д.в. и двойную 70+70 кг/га д.в. в сочетании с той же дозой ((32 кг/га) удобрений перед ее посевом. Под картофель вносили нитрофоску в дозе 160 кг/га д.в. каждого элемента питания.

Результаты исследований. Наши исследования показали, что возделывание горчицы белой как сидеральной культуры после уборки озимой пшеницы выполняло двойную функцию:

– обогащало почву свежим органическим веществом с оптимальным соотношением азота к углероду;

– позволяло эффективно использовать излишки азота летней подкормки и закреплять его в органических веществах, что препятствовало его вымыванию при избыточном увлажнении;

– способствовало увеличивию массы пожнивного сидерата, пожнивно-корневых остатков последующих культур и большему накоплению биофильных элементов, что улучшало условия питания растений (табл. 1).

Таблица 1. Влияние летней азотной подкормки на накопление биомассы и элементов питания пожнивным сидератом, в среднем за 3 года

Система обработки	Подкормка N, кг д.в./га	Содержание элементов питания, %			Сбор сухого вещества, т/га	Накопление в горчице, кг/га		
		N	P	K		N	P	K
Отвальная	70	0,57	0,43	4,6	1,81	9,4	7,8	83,3
	70+70	0,59	0,3	4,4	3,45	20,4	10,4	151,8
Минимальная	70	0,67	0,31	3,6	1,44	9,6	4,5	51,8
	70+70	0,69	0,42	4,3	2,41	16,6	10,1	103,6
В среднем по обработкам	70	0,62	0,37	4,1	1,63	9,5	6,2	67,55
	70+70	0,64	0,36	4,4	2,93	18,5	10,3	127,7

Так, в среднем по вариантам обработки почвы на фоне двойной дозы азотной подкормки урожайность сухой массы сидерата увеличилась на 1,30 т/га (55,6 %), а поступление азота возросло на 9,0 кг/га (51,4), общего фосфора — 4,1 кг/га (60 %) и калия на 60,2 кг/га (52,9 %).

При этом сидерат более эффективно использовал излишки азота в вариантах двойной подкормки при отвальной обработке почвы с более рыхлым сложением пахотного слоя, чем по фону прямого посева озимой пшеницы, что обеспечило повышение выхода сухого вещества на 1,64 т/га на делянках со вспашкой и на 0,97 т/га в вариантах минимальной обработки по сравнению с одинарной дозой (N_{70}).

Кроме прямого действия на урожайность пожнивного сидерата двойная азотная подкормка оказывала положительное влияние на накопление соломы, ботвы и пожнивно-корневых остатков возделываемых культур впоследействии. Так, при отвальной обработке увеличение массы ботвы картофеля, соломы зерновых в сумме за ротацию севооборота составило 1,89 т/га и пожнивно-корневых остатков — 0,71 т/га, а при минимальной системе обработки 1,86 и 1,42 т/га соответственно (табл. 2). Эффективность прямого действия двойной азотной подкормки проявлялась в увеличении сбора соломы озимой пшеницы на 1,35 т/га, а в последействии — соломы ячменя на 0,21 т/га и ботвы картофеля на 0,33 т/га, а также пожнивно-корневых остатков на 0,44 т/га, 0,19, 0,15 т/га соответственно. Масса пожнивно-корневых остатков однолетних трав увеличилась на 0,30 т/га.

Увеличение массы растительных остатков и улучшение их химического состава на фоне двойной подкормки азотом (N_{70+70}) обеспечивали улучшение питательного режима возделываемых культур за счет дополнительного поступления элементов питания при разложении соломы, пожнивно-корневых остатков и сидерата. Наши исследования показали, что за ротацию зернопропашного севооборота из почвы выносится со всеми компонентами биомассы культур от 561 до 755 кг/га азота, от 262 до 316 кг/га фосфора и от 554 до 776 кг/га калия.

Таблица 2. Действие и последействие разных доз азотной подкормки на накопление органического вещества, т/га

Обработка	Подкормка N, кг д.в./га	Озимая пшеница		Картофель		Ячмень		Вико-овес	Всего	
		С	ПКО	Б	ПКО	С	ПКО	ПКО	С, Б	ПКО
Отвальная	70	6,09	3,65	3,7	1,81	2,9	2,27	2,25	12,69	9,98
	70+70	7,45	3,85	4,02	1,96	3,11	2,44	2,44	14,58	10,69

Увеличение		1,36	0,2	0,32	0,15	0,21	0,17	0,19	1,89	0,71
Минимальная	70	5,21	3,77	3,54	1,56	2,48	2,51	3,25	11,23	11,09
	70+70	6,54	4,44	3,87	1,71	2,68	2,71	3,65	13,09	12,51
Увеличение		1,33	0,67	0,33	0,15	0,2	0,2	0,4	1,86	1,42
В среднем по культурам		6,32	3,93	3,78	1,76	2,79	2,48	2,9	–	–

Примечание. С, Б — побочная продукция зерновых и картофеля; ПКО — пожнивно-корневые остатки

С пожнивно-корневыми остатками полевых культур, соломой ячменя и озимой пшеницы, ботвой картофеля, а также пожнивным сидератом в почву возвращается от 209 до 297 кг/азота, от 140 до 184 кг/га фосфора и от 299 до 464 кг/га калия (табл.3).

Таблица 3. Влияние разных доз азотной подкормки на вынос и возврат элементов питания за ротацию севооборота, кг/га

Обработка	Подкормка N, кг д.в./га	Азот			Фосфор			Калий		
		Вынос, кг/га	Возврат		Вынос, кг/га	Возврат		Вынос, кг/га	Возврат	
			кг/га	%		кг/га	%		кг/га	%
Отвальная	N_{70}	561	209	37	263	165	63	554	299	54
	N_{140}	668	262	39	289	184	64	722	464	64
Эффект подкормки		107	53	50	26	19	73	168	165	98
Минимальная	N_{70}	624	239	38	262	140	53	596	318	53
	N_{140}	755	297	39	316	172	54	776	432	56
Эффект подкормки		131	58	44	54	32	59	180	114	63

При этом увеличение выноса элементов питания на фоне двойной дозы азотной подкормки при отвальной системе обработки полностью компенсируется дополнительным поступлением калия, на 73 % фосфора и на 50 % азота за счет их поступления с большей массой органики и повышенным содержанием NPK в различных компонентах, а также ускоренными процессами минерализации. В вариантах минимальной обработки под ячмень и прямого посева однолетних трав и озимой пшеницы эти процессы замедляются, что обуславливает дефицит по возврату азота в 56 %, фосфора 41 % и калия 37 %.

Следовательно, на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах ежегодная отвальная обработка на глубину 20–22 см в сочетании с периодической (раз в ротацию) фрезерной обработкой на 14–16 см является более эффективной в стабилизации питательного режима, чем минимальная в сочетании с прямым посевом.

В вариантах с двойной азотной подкормкой в почву за ротацию севооборота дополнительно поступило в среднем 53 кг/га азота, 19 фосфора и 165 кг/га калия при отвальной системе обработки и 58, 32 и 114 кг/га в вариантах минимальной по сравнению с одинарной, что оказало положительное влияние на рост, развитие растений и продуктивность севооборота.

Исследованиями установлено, что продуктивность 4-польного зернопропашного севооборота в меньшей степени зависела от интенсивности обработки и в большей — от доз внесения азотных удобрений, а также массы пожнивного сидерата и при минимальной обработке почвы составила 24,05 т к. ед./ га, а при отвальной 23,42 т к. ед./га (табл. 4).

Таблица 4. Влияние двойной дозы азотной подкормки и разноглубинной заделки сидерата и соломы на продуктивность зернопропашного севооборота (т к. ед./га), 2011–2017 гг.

Культура севооборота, год	Подкормка, N кг д.в./га	Система обработки		Средняя	
		Отвальная	Минимальная	по обработкам	по культурам
Ячмень, 2011 г.	70	3,94	3,94	3,94	4,09
	140	4,23	4,25	4,24	17,2*
Однолетние травы, 2012 г.	70	1,56	2,03	1,80	1,88
	140	1,68	2,23	1,96	7,9
Озимая пшеница, 2013 г.	70	7,53	6,94	7,24	7,83
	140	8,58	8,26	8,42	33,0
Картофель, 2014 г.	70	8,49	9,12	8,81	9,94
	140	10,83	11,33	11,08	41,9
В сумме за ротацию	70	21,52	22,03	21,78	23,74
	140	25,32	26,07	25,70	

* Долевой вклад культуры в общую продуктивность севооборота, %

Применение двойной азотной подкормки при отвальной обработке увеличивало продуктивность ячменя на 0,29 т к. ед./ га (6,9 %), однолетних трав на 0,12 (7,1), озимой пшеницы на 1,1 (12,2), картофеля на 2,3 т к. ед./ га (21,6 %), а при минимальной — на 0,3 т/га (7,3 %); 0,2 (9); 1,3 (16) и 2,3 т/га (20,5 %) соответственно (табл. 4).

Максимальный вклад в общую продуктивность зернопропашного севооборота обеспечивает картофель (41,9 %), а минимальный — однолетние бобово-злаковые травы (7,9 %).

В сумме за ротацию 4-х польного зернопропашного севооборота действие и последействие двойной дозы азотной подкормки (N_{70+70}) на фоне использования соломы зерновых и сидерата повышало его продуктивность на 3,8 т к. ед./ га при отвальной и на 4,04 т к. ед./ га при минимальной системе обработки.

Выводы.

1. В Центральном районе Нечерноземной зоны в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве стабилизация гумусового состояния и оптимизация условий жизнедеятельности микробного сообщества достигается за счет обогащения почвы органическим веществом в виде пожнивно-корневых остатков, соломы зерновых и ботвы картофеля, а также возделывания пожнивного сидерата горчицы белой, что позволяет эффективно использовать излишки азота от летних подкормок озимой пшеницы за счет его вовлечения в биологический круговорот и закрепления в пахотном слое в форме органических соединений, препятствуя его вымыванию в нижележащие горизонты при весеннем снеготаянии.

2. Разноглубинная заделка соломы и пожнивного сидерата в сочетании с внесением расчетных на планируемую урожайность доз минеральных удобрений стабилизирует содержание гумуса на уровне 3,0 % и обеспечивает урожайность озимой пшеницы более 5,5 т/га, ячменя — 3,5 т/га, картофеля — 25 т/га и однолетних трав на сено более 4,5 т/га.

Литература

1. Еськов, А.Н. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России /А.Н. Еськов, С.М. Лукин, Т.Ю. Анисимова и др. — Владимир: Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа. — 2006. — 200 С.

2. Зинченко, С.И. Развитие корневой системы зерновых культур в агроэкосистемах / С.И. Зинченко // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства: Статья в сборнике статей. — Суздаль: ИПК «ПресСто», 2016. — С. 80–95.

3. Зинченко С.И. Агроэкологические основы севооборотов: Учебник / С.И. Зинченко, Н.С. Матюк, М.А. Мазиров и др./под ред. С.И. Зинченко, Н.С. Матюк. — Иваново: ПресСто. — 2019. — 228 с.

4. Лошаков, В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв / В.Г. Лошаков // Земледелие. — 2007. — №1. — С. 11–14.

5. Матюк Н.С. Агроэкологические функции растительных остатков культур зернопропашного севооборота в регулировании плодородия дерново-подзолистой почвы [Электронный ресурс] / Н.С. Матюк, В.Д. Полин // АгроЭкоИнфо. — 2008. — №2. — Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/

6. Матюк Н.С. Роль сидератов в экологизации и биологизации земледелия [Электронный ресурс] / Н.С. Матюк, Г.Д. Гогмачадзе, С.С. Солдатова, В.Г. Безуглов // АгроЭкоИнфо. — 2010. — №1. — Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/

7. Матюк Н.С. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: Учебник/ Н.С. Матюк, С.И. Зинченко, М.А. Мазиров и др. /под ред. С.И. Зинченко, Н.С. Матюка. — Иваново: ПресСто. — 2020. — 282с.

8. Новиков М.Н. Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне / М.Н. Новиков, В.М. Тужилин, О.А. Самохина и др. — Владимир: ГНУ ВНИПТИОУ. — 2004. — 260 С.

9. Солдатова С.С. Роль сидерации и соломы в формировании экологически устойчивых агробиоценозов в южно-таежной зоне: дис. … канд.наук, 2011. — 22 с.

УДК 631.45:631.81:633.11

УДОБРЕНИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ЗАНЯТОМУ ПАРУ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

В.В. Окорков, Л.А. Окоркова, В.И. Щукина
ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль
E-mail: okorkovvv@yandex.ru

Резюме. *На серых лесных почвах Владимирского ополья в длительном полевом опыте изучено влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы, идущей после занятого пара (однолетние травы), вынос азота урожаем, запасы подвижных форм азота в почве в периоды вегетации; определены коэффициенты использования нитратного азота, формируемого в течение вегетации, элементами урожая культуры.*

Resume. *On the gray forest soils of the Vladimir Opolye in a long-term field experiment, the effect of fertilizers on the yield of winter wheat coming after a busy steam (annual grasses), nitrogen removal by the crop, the reserves of mobile forms of nitrogen in the soil during the growing season were studied; the coefficients of the use of nitrate nitrogen formed during the growing season by crop elements were determined.*

В работах [1, 2] на серых лесных почвах Ополья установлена определяющая продуктивность культур 8- и 7-польных севооборотов роль средних запасов нитратного азота в слое почвы 0–40 см в весенне-летний период за ротацию (в начале вегетации культур — всходы яровых и отрастание озимых и трав). По сравнению с контролем и фоном известкования они возрастали в 2–3 раза при применении азотных минеральных удобрений и сочетания их с органическими. Исследованиями [3] показано, что к этому периоду при высокой влажности почвы и благоприятных температурных условиях активно протекали процессы аммонификации органического вещества почвы и органических удобрений. Но на почвах с высокой емкостью катионного обмена большая часть образовавшихся ионов аммония поглощалась отрицательно заряженным почвенным поглощающим комплексом (ППК). В равновесии с поглощенными ионами аммония в жидкой фазе почвы содержание ионов NH_4^+ было существенно более низ-

ким (степень перехода $N\text{-}NH_4$ в жидкую фазу составляла несколько процентов). Процесс трансформации аммонийного азота в нитратную форму возрастал с повышением его концентрации в жидкой фазе. Нитратный азот, образовавшийся к фазе всходов и в более поздние сроки, в основном непосредственно и участвовал в питании растений. Это подтверждается и преобладанием (в 15–20 раз) содержания нитратного азота над аммонийным на черноземах типичных [4] и в малогумусной аллювиально-дерновой почве Астраханской области [5] (исходная ЕКО 24 ммоль /100 г).

Установлено также [1, 2], что в фазу колошения зерновых культур по сравнению со всходами запасы $N\text{-}NO_3$ снижались в 1,5–2,0 раза и более. Однако это снижение было более низким, чем размеры поглощения азота возделываемыми культурами за этот период. Запасы же аммонийного азота в весенне-летний период с повышением уровня интенсификации возрастали в меньшей мере, чем нитратного. В фазу колошения зерновых по сравнению со всходами они изменялись более слабо; в 3-й и 4-й ротациях они могли и возрастать, что указывало на слабую роль этой формы азота в непосредственном питании возделываемых культур севооборотов.

Цель исследований — изучить влияние удобрений на запасы подвижных форм азота и урожайность озимой пшеницы, идущей по занятому пару, оценить динамику запасов $N\text{-}NO_3$ по фазам вегетации и суммарные размеры его образования за вегетационный период культуры, коэффициенты использования $N\text{-}NO_3$, накапливаемого после схода снежного покрова до уборки, элементами урожая культуры.

Методика. Исследования проводились в 3–4 ротациях 7-польного севооборота занятый пар — яровая (озимая) пшеница — овес с подсевом многолетних трав (клевер + тимофеевка) — травы 1-го года пользования — травы 2-го года пользования — яровая пшеница — ячмень на озимой пшенице, высеваемой по занятому пару. Стационарный опыт был заложен в 1991–1993 гг. на трех закладках (полях) [1,2].

Почва опытных полей — серая лесная среднесуглинистая со следующей исходной характеристикой пахотного слоя: содержание гумуса 2,6…3,7 %; pH_{KCl} — 5,1– 5,5; гидролитическая кислотность ($H_Г$) 3,2–3,5, сумма поглощенных оснований — 19,4–22,4 мг-экв/100 г; содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) — 130–200, обменного калия (по Масловой) — 150–180 мг/кг почвы.

В начале 1-й ротации было проведено известкование по полной гидролитической кислотности. На его фоне изучали влияние различных доз подстилочного навоза КРС (0, 40, 60 и 80 т/га), который вносили после уборки однолетних трав на сено (занятый пар — викоовсяная или горохоовсяная смеси), и влияние ежегодного применения минеральных удобрений (0, PK, NPK, 2NPK), их сочетания на урожай полевых культур, изменение агрохимических и химических свойств серой лесной почвы. В 3–4 ротациях исследования вели по последействию известкования, проведенного в 1-й ротации, и действию органических и минеральных удобрений.

Под озимую пшеницу после однолетних трав на сено применяли минеральные удобрения (в дозах: без удобрений, P40K40, N40P40K40 и N80P80K80) и подстилочный навоз КРС (в дозах: 0, 40, 60 и 80 т/га), их сочетания. В опыте исследования вели и в контроле (без известкования и удобрений).

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, простой суперфосфат и хлористый калий. Фосфорно-калийные удобрения и навоз КРС вносили после уборки трав под запашку, азотные — весной в подкормку.

Агрохимические анализы почвы выполняли по методикам, изложенным в работе [6]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ STAT VIUA и EXCEL.

Результаты. Погодные условия в весенне-летний и летний периоды в годы исследований заметно различались. В 2008 году в отдельные периоды наблюдали переувлажнение почвы (ГТК = 1,92), в 2015 — недостаток влаги в течение 1-й и 2-й декад июня (ГТК = 1,34), в 2016 году — в 1-й и 2-й декадах мая (ГТК = 1,28) [2], что в большей мере сказалось на уро-

жайности культуры в вариантах без внесения азотных и органических удобрений (вар. 1–3), и в вариантах сочетания органических удобрений с фосфорно-калийными (табл. 1). В указанных вариантах урожайность озимой пшеницы в 2016 году была более низкой, чем в 2008 и 2015 гг.

Таблица 1. Урожайность зерна озимой пшеницы, идущей после занятого пара, за годы исследований, ц/га

Вариант	2008	2015	2016	Средняя
1.Контроль	45,6	46,5	38,5	43,5
2.Известь	45,2	45,7	39,0	43,3
3.Р40К40	46,2	50,9	40,0	45,7
4. N40P40K40	68,7	59,3	62,6	63,5
5.N80P80K80	70,3	65,3	66,7	67,4
6.Навоз 40 т/га (Н40)	53,2	55,8	50,0	53,0
7.Н60	55,5	56,7	53,5	55,2
8.Н80	55,9	54,8	53,1	54,6
9.Н40 + Р40К40	55,1	55,1	49,5	53,2
10.Н40 + N40P40K40	66,4	62,3	68,2	65,6
11.Н40 + N80P80K80	65,8	62,6	72,6	67,0
12.Н60 + Р40К40	57,8	58,3	51,4	55,8
13.Н60 + N40P40K40	68,8	61,5	69,9	66,7
14.Н60 + N80P80K80	71,1	61,8	69,7	67,5
15.Н80 + Р40К40	55,1	59,3	54,7	56,4
16.Н80 + N40P40K40	67,3	65,4	69,1	67,3
17.Н80 + N80P80K80	69,1	61,0	72,6	67,6
$НСР_{05}$, ц/га	4,0	3,1	4,6	3,9
Точность опыта, %	2,36	1,92	2,86	2,38

Как показывают данные табл. 1 и 2, средняя урожайность зерна озимой пшеницы достоверно повышалась от применения одинарной и двойной доз полного минерального удобрения и органических удобрений. С ростом их доз различия в увеличении урожайности культуры были недостоверными.

Математические зависимости подтвердили определяющую роль азотных минеральных удобрений и навоза, их взаимодействия на урожайность зерна озимой пшеницы (табл. 3). На влияние органических удобрений приходилось 17,5 % общей вариации урожайности зерна культуры, азота минеральных удобрений в составе NPK — 75,1, взаимодействия навоза и азота минеральных удобрений — 5,1 %.

Таблица 2. Влияние удобрений на среднюю урожайность зерна озимой пшеницы за 3 года исследований, ц/га

Доза навоза, т/га	Минеральные удобрения				Средняя по навозу, $НСР_{05}$ = 2,0 ц/га	Прибавка урожая, ц/га
	0	PK	NPK	2 NPK		
0	43,3	45,7	63,5	67,4	55,0	–
40	53,0	53,2	65,6	67,0	59,7	4,7
60	55,2	55,8	66,7	67,5	61,3	6,3
80	54,6	56,4	67,3	67,6	61,5	6,5
Средняя по минеральным удобрениям, $НСР_{05}$ = 2,0 ц/га	51,5	52,8	65,8	67,4		
Прибавка урожая, ц/га	–	1,3	14,3	15,9		

Примечание. В контроле средняя урожайность зерна составила 43,5 ц/га.

Таблица 3. Математические зависимости по влиянию удобрений на урожайность озимой пшеницы в среднем за 3 года (У, ц/га зерна)

Модели взаимосвязи	Уравнение взаимосвязи, n = 17	R^2
1	$У = 47,3 + 0,0975\ x_1 + 0,509x_2 — 0,0039\ x_2^2$	0,926
2	$У = 48,2 + 0,100\ x_1 + 0,212\ x_2$	0,834
3	$У = 52,25 + 0,219\ x_2$	0,706
4	$45,2 + 0,150x_1 + 0,588x_2 — 0,0038x_2^2 — 0,002x_1x_2$	0,978
5	$53,5 + 0,117\ x_1$	0,175

Примечания. x_1 –действие доз навоза, т/га; x_2 — действие доз азота NH_4NO_3.

Из полученных взаимосвязей выявлено, что максимальный прирост урожайности зерна озимой пшеницы наблюдался при дозе азота аммиачной селитры 65 кг/га.

В среднем за 3 года окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений прибавкой зерна составила: для Р40К40 — 3,0 кг зерна, N40P40K40 — 16,8, N80P80K80 — 10,0 кг зерна.

Наши данные (табл. 4) подтвердили результаты ранее проведенных исследований о резком возрастании запасов нитратного азота в слое почвы 0–40 см в весенне-летний период [1, 2] по действию азотных минеральных удобрений. По сравнению с вариантами 1–3 средние запасы $N\text{-}NO_3$ в слое 0–40 см к отрастанию озимой пшеницы увеличивались в 2–4 раза. К фазе колошения за счет интенсивного потребления нитратного азота культурой его запасы снижались в 2,2–3,4 раз.

За 2008, 2015 и 2016 гг. запасы $N\text{-}NH_4$ в слое почвы 0–40 см к периоду отрастания культуры с повышением уровня интенсификации возрастали в 1,3–1,8 раз (табл. 5). К фазе колошения они по сравнению с отрастанием озимой пшеницы уменьшались в среднем в 1,2 раза, но в отдельные годы наблюдался и небольшой их рост. Это подтверждало слабую роль $N\text{-}NH_4$ в непосредственном питании растений азотом.

Таблица 4. Влияние удобрений на запасы $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 0–40 см в фазы (отрастания и колошения озимой пшеницы, кг/га)

Вариант	Отрастание озимой пшеницы				Колошение озимой пшеницы			
	2008	2015	2016	Среднее	2008	2015	2016	Среднее
1.Контроль	40,5	61,8	19,5	40,6	21,6	15,0	15,2	17,3
2.Известь	45,3	60,6	21,1	42,3	23,5	15,0	15,3	17,9
3.Р40К40	27,4	54,7	23,3	35,3	23,8	8,6	15,2	15,9
4. N40P40K40	74,5	92,0	49,1	71,9	37,6	17,0	19,0	24,5
5.N80P80K80	90,2	214	98,3	134	76,5	56,2	34,0	55,6
6.Навоз 40 т/га (Н40)	24,1	83,0	22,2	43,1	19,0	13,3	19,0	17,1
7.Н60	30,0	79,8	36,5	48,8	27,1	15,3	19,0	20,5
8.Н80	30,2	87,7	45,8	54,6	19,8	17,0	17,5	18,1
9.Н40 + Р40К40	28,5	88,1	20,2	45,6	23,1	14,1	16,5	17,9
10.Н40 + N40P40K40	62,5	110	58,8	77,1	37,7	18,5	28,8	28,3
11.Н40 + N80P80K80	121	213	98,9	144	39,8	53,6	37,2	43,5
12.Н60 + Р40К40	30,4	103	30,3	54,6	26,7	14,8	14,1	18,5
13.Н60 + N40P40K40	84,8	127	52,5	88,1	34,2	20,2	22,5	25,6
14.Н60 + N80P80K80	124	218	111	151	42,2	57,3	22,6	40,7
15.Н80 + Р40К40	30,5	106	43,8	60,1	27,8	14,0	21,3	21,0
16.Н80 + N40P40K40	89,4	129	54,9	91,1	35,7	24,8	23,1	27,9
17.Н80 + N80P80K80	133	232	116	160	36,6	70,7	33,1	46,8
Средние	62,7	121	53,1	78,9	32,5	26,2	20,8	26,5

Таблица 5. Влияние удобрений на запасы $N\text{-}NH_4$ в слое почвы 0–40 см в фазы отрастания и колошения озимой пшеницы в годы исследований, кг/га

Вариант	Отрастание озимой пшеницы				Колошение озимой пшеницы			
	2008 г.	2015 г.	2016 г.	Средние	2008 г.	2015 г.	2016 г.	Средние
1.Контроль	149	58,9	52,1	86,7	88,9	60,8	70,5	73,4
2.Известь	147	63,6	52,6	87,7	143	48,6	60,4	84,0
3.Р40К40	167	71,6	57,6	98,7	118	43,2	64,0	75,1
4. N40P40K40	171	60,4	66,8	99,4	104	46,8	66,8	72,5
5.N80P80K80	184	95,2	75,4	118	143	57,0	68,6	89,5
6.Навоз 40 т/га (Н40)	165	67,9	49,6	94,2	119	51,6	71,4	80,7
7.Н60	142	56,8	66,1	88,3	111	63,2	71,8	82,0
8.Н80	147	67,0	64,6	92,9	121	48,4	74,5	81,3
9.Н40 + Р40К40	151	68,4	48,5	89,3	101	69,1	76,3	82,1
10.Н40 + N40P40K40	161	63,6	60,1	94,9	104	53,8	68,6	75,5
11.Н40 + N80P80K80	188	91,0	75,2	118	168	55,9	87,3	104
12.Н60 + Р40К40	138	59,5	58,4	85,3	133	41,7	67,2	80,6
13.Н60 + N40P40K40	194	73,4	69,6	112	161	40,4	72,3	91,2
14.Н60 + N80P80K80	181	96,0	79,6	119	155	60,7	69,0	94,9
15.Н80 + Р40К40	132	73,6	62,9	89,5	123	49,4	70,8	81,1
16.Н80 + N40P40K40	197	75,5	68,7	114	157	56,7	68,0	93,9
17.Н80 + N80P80K80	173	104	67,0	115	142	62,9	69,4	91,4
Среднее	164	73,3	63,2	100	129	53,5	70,4	84,3

Подтверждением определяющей роли запасов $N\text{-}NO_3$ в питании озимой пшеницы азотом является высокая степень взаимосвязи её урожайности с запасами нитратного азота в слое почвы 0–40 см в фазу отрастания (табл. 6).

Наиболее высокую степень взаимосвязи ($0{,}883>R^2>0{,}684$) наблюдали по квадратичной зависимости. Она была наиболее тесной для средних за 3 года величин урожайности и запасов $N\text{-}NO_3$ и подтвердила найденную ранее оптимальную дозу азота аммиачной селитры 65 кг/га, которая была ниже максимальной (80 кг/га).

Максимальная величина запасов $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 0–40 см в весенне-летний период (Z) установлена при ГТК 1,34, когда наблюдали благоприятные условия увлажнения и высокие температуры в мае.

Таблица 6. Взаимосвязь урожайности озимой пшеницы, идущей после занятого пара, с запасами $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 0–40 см в фазу отрастания за годы исследований, кг/га

Год исследований	Уравнение взаимосвязи, n = 17	R^2	Максимальная величина Z	ГТК
2008	$У = 47{,}8 + 0{,}192\ x$	0,633	133	1,92
	$У = 39{,}8 + 0{,}485\ x — 0{,}002\ x^2$	0,684		
2015	$У = 24{,}6 + 0{,}486x — 0{,}0014x^2$	0,883	231	1,34
	$У = 24{,}2\ x^{0{,}184}$	0,651		
2016	$У = 41{,}2 + 0{,}308\ x$	0,721	116	1,28
	$У = 16{,}8\ x^{0{,}320}$	0,813		
	$У = 23{,}9 + 1{,}033\ x — 0{,}0055\ x^2$	0,872		
2008, 2015, 2016	$У = 45{,}0 + 0{,}171\ x$	0,672	160	–
	$У = 17{,}8\ x^{0{,}277}$	0,772		
	$У = 19{,}1 + 0{,}854\ x — 0{,}0035\ x^2$	0,918		

Установленная определяющая роль $N\text{-}NO_3$ в питании растений позволяет оценивать размеры образования нитратного азота за период вегетации озимой пшеницы (табл. 7)

Общие размеры формирования $N\text{-}NO_3$ за осенне-весенне-летний и летний периоды вегетации находили суммированием выноса азота зерном и соломой озимой пшеницы (табл. 7), пожнивно-корневыми остатками [7, 8] и запасов $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 0–40 см в уборку. Общие размеры образования $N\text{-}NO_3$ в почве за этот период варьировали от 132 до 306 кг/га. Они резко возрастали от применения одинарной и двойной доз полного минерального удобрения (от 134 на фоне известкования до 206 и 263 кг/га, соответственно), от доз навоза КРС — до 156–171 кг/га. При сочетании 80 т/га навоза КРС с двойной дозой NPK этот параметр возрастал до 306 кг/га.

К фазе отрастания средние запасы $N\text{-}NO_3$ в вариантах без азотных удобрений (вар. 1–3) варьировали от 35,3 до 42,3 кг/га, с азотными удобрениями — возрастали до 71,9–134 кг/га, при сочетании их с навозом КРС — до 77,1–160 кг/га. Наиболее высокое увеличение запасов $N\text{-}NO_3$ к этому сроку наблюдений происходило в вариантах сочетания двойной дозы NPK с органическими удобрениями.

Таблица 7. Средние за 2008, 2015 и 2016 гг. размеры формирования $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 0–40 см по периодам вегетации озимой пшеницы, кг/га

Вариант опыта	Вынос N урожаем		Запасы в уборку	Общие размеры формирования	Запасы в фазу отрастаяния	Снижение запасов от отрастания до колошения	Вынос N от отрастания до колошения	Образование от отрастания до колошения	Образование до колошения	Образование от колошения до уборки
	зерно и солома	пожнивно-корневые остатки								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	86,5	18,6	26,8	132	40,6	23,3	58,0	34,7	75,3	56,7
2.	85,1	18,7	29,9	134	42,3	24,4	57,0	32,6	74,9	59,1
3.	89,5	19,9	32,5	142	35,3	19,4	60,0	40,6	75,9	66,1
4.	141	29,4	36,1	206	71,9	47,4	94,5	47,1	119	87,0
5.	174	42,9	46,3	263	134	78,4	117	38,6	173	90,0
6.	102	20,3	33,8	156	43,1	26,0	68,3	42,3	85,4	70,6
7.	109	20,7	35,6	165	48,8	28,3	73,0	44,7	93,5	71,5
8.	110	22,7	38,1	171	54,6	36,5	73,7	37,2	91,8	79,2
9.	102	20,3	36,8	159	45,6	27,7	68,3	40,6	73,3	85,7
10.	162	38,5	35,5	236	77,1	48,8	108	59,2	136	100
11.	183	47,5	53,9	284	144	100	123	23,0	167	117
12.	112	23,8	35,5	171	54,6	36,1	75,0	38,9	93,5	77,5
13.	167	40,2	46,0	253	88,1	62,5	112	49,5	138	115
14.	188	51,2	50,1	289	151	110	126	16,0	167	122
15.	120	25,8	34,3	180	60,1	39,1	80,4	41,3	101	79,0
16.	165	38,6	47,9	252	91,1	63,2	111	47,8	139	113
17	190	51,4	64,7	306	160	113	127	14,0	174	132

Примечание. Вынос азота от отрастания до колошения принят в размере 67 % от выноса зерном и соломой озимой пшеницы.

Для оценки накопления $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 0–40 см необходимо учитывать изменения его запасов и вынос азота от отрастания озимой пшеницы до колошения. Авторами [9] приводятся данные, что за осень и весну в кущение накапливается 47,0 % азота от его максимального потребления при полной спелости, в колошение — 69,0 %, в цветение — 90 %.

По исследованиям на свето-серой лесной почве Татарской АССР установлено, что при осеннем кущении потребляется 15,1 % азота от максимального накопления в колошение, в трубкование — 63,8 %, в цветение и молочную спелость — 97,4 и 97,7, при полной спелости — 93,1 %. По исследованиям, выполненным на черноземах обыкновенном и выщелоченном Северного Кавказа, в фазу выхода в трубку озимая пшеница поглощает до 70 % азота, 50 % фосфора и 70–80 % калия, а к колошению эти значения увеличиваются до 90–95, 80–85 и свыше 100 % [9]. Для расчета образования $N\text{-}NO_3$ от отрастания до колошения был принят вынос азота в осенне-весеннее кущение 25 %, в колошение — 92 %. Вынос азота от отрастания до колошения составил 67 % от полного выноса зерном и соломой.

Рассчитанный вынос азота от отрастания до колошения варьировал от 57 до 127 кг/га. Он превышал размеры снижения запасов $N\text{-}NO_3$ за этот срок. Компенсация его выноса происходила за счет процессов нитрификации и образования нитратов. Для вариантов без азотных удобрений, действия навоза КРС, сочетания его с РК удобрениями накопление $N\text{-}NO_3$ варьировало от 32,6 до 44,7 кг/га, то есть по сравнению с 1-м сроком размеры нитрификации несколько снижались. Наиболее интенсивное снижение процессов нитрификации при применении двойной дозы NPK (в 3,5 раза) и её сочетании с дозами навоза (в 6,3–11,4 раза). Для одинарной дозы N40P40K40 различия в изменениях были существенно более низкими (в 1,3–1,9 раз). Применение азотных минеральных удобрений, особенно в двойной дозе, резко ускоряло нитрификационные процессы в фазу отрастания (1-й срок).

От колошения до уборки по сравнению с периодом отрастание-колошение размеры образования $N\text{-}NO_3$ вновь возросли во всех вариантах опыта. В вариантах без азотных удобрений (1–3) они увеличились в 1,6–1,8, действию навоза КРС — 1,6–2,1, сочетанию их с РК удобрениями — 1,9–2,1, применению N40P40K40 и сочетанию его с навозом — 1,7–2,4, применению N80P80K80 — в 2,3 раза, а сочетанию его с навозом — в 5,1–9,4 раза. В последнем случае процессы нитрификации были ранее резко снижены в период отрастание — колошение.

Процессы образования нитратного азота под озимой пшеницей наиболее интенсивно протекали при применении дозы N80P80K80 и сочетании её с дозами навоза КРС.

По данным табл. 8 были рассчитаны разностные коэффициенты использования азота минеральных удобрений на вынос азота зерном озимой пшеницы. Для одинарной дозы азота в составе NPK его величина составила в 2008 году 106 %, 2015 — 93,5, 2016 — 123, в среднем за 3 года — 108 %. Для двойной дозы азота этот параметр был равен соответственно 68,2, 75,5, 82,7 и 75,1 %. Из этих данных вытекало, что для обеспечения выноса азота зерном пшеницы при применении одинарной дозы NPK происходило использование и почвенного азота.

Средний разностный коэффициент использования вносимого азота на вынос N зерном и соломой озимой пшеницы за 3 года составлял при применении одинарной дозы NPK 140 %, двойной дозы — 111 % (табл. 7). По этим данным падение потенциального плодородия серой лесной почвы наблюдалось при применении обеих доз азота. Поэтому было проведено определение и коэффициентов использования образующегося за весенне-летний и летний периоды нитратного азота на вынос азота элементами урожая культуры.

В таблицах 8 и 9 приведены данные по влиянию удобрений на средние за 3 года коэффициенты использования формирующихся после перезимовки озимой пшеницы запасов $N\text{-}NO_3$ на вынос азота элементами её урожая. Средние за 3 года коэффициенты использования на вынос азота зерном варьировали от 46,4 до 51,4 %. В среднем по дозам применения навоза (0; 40; 60 и 80 т/га) они слабо колебались (от 48,6 до 49,1 %) в вариантах без минеральных удобрений, применения РК удобрений и одинарной дозы NPK, но заметно снижались от использования двойной дозы NPK (до 44,4 %) (табл. 9). На фоне применения минеральных удобрений (0, PK, NPK и 2NPK) применение доз навоза 40 и 60 т/га слабо влияло на $КИ_1$. Но выявлена чёткая тенденция снижения $КИ_1$ от использования дозы навоза 80 т/га. В обоих случаях это было связано с изменением соотношения зерна и соломы, т.е. с увеличением в урожае доли побочной продукции.

Таблица 8. Вынос азота зерном озимой пшеницы (кг/га) и средний коэффициент использования общих размеров накопления $N\text{-}NO_3$ за весенне-летний и летний периоды элементами урожая озимой пшеницы за годы исследований, %

Вариант	2008	2015	2016	Средний	$КИ_1$	$КИ_2$	$КИ_3$
	кг/га				%		
1. Контроль	68,4	72,5	52,7	64,5	48,9	65,5	79,6
2. Известь	66,4	68,6	53,8	62,9	46,9	63,5	77,5
3. P40K40	69,3	80,4	48,0	65,9	46,4	63,0	77,0
4. N40P40K40	109	106	103	106	51,4	68,4	82,7
5. N80P80K80	121	129	120	123	46,8	66,2	82,5
6. Навоз 40 т/га (H40)	83,0	86,5	63,0	77,5	49,7	65,4	78,4
7. H60	84,9	93,0	75,4	84,4	51,1	66,1	78,6
8. H80	89,4	88,8	71,2	83,1	48,6	64,3	77,6
9. H40 + P40K40	84,8	84,9	64,4	78,0	49,0	64,2	76,9
10. H40 + N40P40K40	108	125	115	116	49,2	68,6	85,0
11. H40 + N80P80K80	120	132	129	127	44,7	64,4	81,2
12. H60 + P40K40	85,0	99,1	67,8	84,0	49,1	65,5	79,4
13. H60 + N40P40K40	113	126	120	120	47,4	66,0	81,9
14. H60 + N80P80K80	127	132	123	127	43,9	65,0	82,8
15. H80 + P40K40	84,3	104	80,4	89,6	49,8	66,7	81,0
16. H80 + N40P40K40	111	132	115	119	47,2	65,5	80,8
17. H80 + N80P80K80	125	130	131	129	42,2	62,1	78,9

Примечания. $КИ_1$ — средний за 3 года коэффициент использования общих размеров формирования нитратного азота на вынос азота основной продукцией, $КИ_2$ — зерном и соломой, $КИ_3$ — зерном, соломой и пожнивно-корневыми остатками.

$КИ_2$ общих запасов $N\text{-}NO_3$ выносом азота зерном и соломой озимой пшеницы варьировал о 63,0 до 68,6 %. В среднем по 4-м вариантам применения навоза (0, 40, 60 и 80 т/га) его величина была наиболее высокой (67,1 %) при применении одинарной дозы NPK по сравнению с вариантами без минеральных и применением PK удобрений (64,8 %), а также двойной дозы NPK (64,4 %). По 4-м уровням применения минеральных удобрений (0, PK, NPK и 2NPK) дозы навоза 40 и 60 т/га по сравнению без его внесения практически не влияли на величину $КИ_2$, а доза его 80 т/га — приводила к тенденции его снижения. Очевидно, применение дозы N40P40K40 вело к росту урожайности озимой пшеницы и соответственно выносу азота. При дальнейшем увеличении дозы NPK ее повышение замедлялось, даже сопровождалось небольшим снижением (максимум урожайности зерна при N65), что и вело к уменьшению $КИ_2$.

Наблюдаемые изменения $КИ_1$ и $КИ_2$ от применяемых удобрений сохранились и для $КИ_3$ образующегося в течение вегетации $N\text{-}NO_3$ на суммарный вынос азота зерном, соломой и пожнивно-корневыми остатками.

Средняя величина $КИ_3$ была наиболее высокой (82,6 %) при применении одинарной дозы NPK. В среднем по 4-м уровням применения минеральных удобрений выявлена тенденция роста $КИ_3$ от применения 40 и 60 т/га навоза КРС (на 0,5 и 0,8 %) по сравнению с вариантами без минеральных удобрений, а при внесении 80 т/га его — снижения (на 0,3 %).

Таблица 9. Влияние удобрений на средние за 3 года коэффициенты использования общих запасов нитратного азота, накапливаемых за весенне-летний и летний периоды вегетации, на вынос азота элементами урожая озимой пшеницы, %

Доза навоза, т/га	Минеральные удобрения				Средний по навозу	Изменение
	0	PK	NPK	2 NPK		
Коэффициент использования на вынос азота зерном ($КИ_1$)						
–	46,9	46,4	51,4	46,8	47,9	–
40	49,7	49,0	49,2	44,7	48,2	0,3
60	51,1	49,1	47,4	43,9	47,9	–
80	48,6	49,8	47,2	42,2	47,0	–0,9
Средний по минеральным удобрениям	49,1	48,6	48,8	44,4		
Коэффициент использования на вынос азота зерном и соломой ($КИ_2$)						
–	63,5	63,0	68,4	66,2	65,3	–
40	65,4	64,2	68,6	64,4	65,6	0,3
60	66,1	65,5	66,0	65,0	65,6	0,3
80	64,3	66,7	65,5	62,1	64,6	–0,7
Средний по минеральным удобрениям	64,8	64,8	67,1	64,4		
Коэффициент использования на вынос азота зерном, соломой и пожнивно-корневыми остатками ($КИ_3$)						
–	77,5	77,0	82,7	82,5	79,9	–
40	78,4	76,9	85,0	81,2	80,4	0,5
60	78,6	79,4	81,9	82,8	80,7	0,8
80	77,6	81,0	80,8	78,9	79,6	–0,3
Средний по минеральным удобрениям	78,0	78,6	82,6	81,4		

Примечание. Средний коэффициент использования общих размеров накопления $N\text{-}NO_3$ за весенне-летний и летний периоды в абсолютном контроле составлял на вынос азота зерном 48,9 %, зерном и соломой — 65,5, зерном, соломой и пожнивно-корневыми остатками — 79,6 %.

Так как запасы образующегося нитратного азота (табл. 7) с ростом уровня интенсификации увеличивались со 132 до 306 кг/га, т.е. в 2,3 раза, то даже при одной и той же величине $КИ_3$ запасы $N\text{-}NO_3$, остающиеся в жидкой фазе почвы в уборку (непоглощенные растениями), будут во столько же раз более высокими. В этом случае они могут более интенсивно вымываться и подвергаться денитрификации. Следовательно, в вариантах с двойной дозой NPK и сочетанием её с более высокой дозой органических удобрений могут наблюдаться как интенсивные процессы новообразования гумуса, так и его минерализации. Это может приводить к квадратичной зависимости содержания гумуса с повышением уровня интенсификации. В работе [10] такая взаимосвязь установлена с ростом положительного баланса азота за четыре ротации севооборотов.

Выводы. В условиях достаточно высокого увлажнения (1,92>ГТК>1,28) на серых лесных почвах Владимирского ополья установлено, что в среднем за 3 года повышение урожайности озимой пшеницы, идущей после занятого пара (однолетних трав), на 17,5 % обеспечивало применение подстилочного навоза КРС, на 75,1 % — азота аммиачной селитры в составе полного минерального удобрения, 5,1 % ее вариации приходилось на взаимодействие навоза и азота аммиачной селитры. В среднем за 3 года окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений прибавкой зерна составила: для P40K40 — 3 кг зерна, N40P40K40 — 16,8, N80P80K80 — 10 кг зерна. Максимальный прирост урожайности зерна культуры наблюдали при дозе азота NH_4NO_3 65 кг/га.

По сравнению с фоном последействия известкования средние запасы $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 0–40 см весной до отрастания озимой пшеницы по действию азотных минеральных удобрений увеличивались в 2–4 раза, навоза КРС — в 1,03–1,3 раз. В фазу колошения по сравнению с от-

растанием культуры они снижались в 2–3,5 раза. В то же время запасы $N\text{-}NH_4$ с повышением уровня интенсификации в фазу отрастания повышались в 1,4 раза, а к фазе колошения по сравнению с отрастанием снижались в 1,2–1,3 раз. Их роль в непосредственном питании растений азотом была невысокой. Определяющая роль $N\text{-}NO_3$ в питании азотом подтвердилась тесной степенью взаимосвязи урожайности зерна озимой пшеницы с запасами $N\text{-}NO_3$ в фазу отрастания ($0{,}883>R^2>0.684$).

Средний за 3 года разностный коэффициент использования азота одинарной дозы NPK на вынос азота зерном пшеницы составил 108 %, двойной дозы — 75,1 %. Разностный коэффициент использования азота этих доз на вынос азота зерном и соломой был равен соответственно 140 и 111 %.

В среднем за 3 года общие размеры формирования $N\text{-}NO_3$ после схода снежного покрова до отрастания, от отрастания до колошения и от колошения до уборки составляли 132–306 кг/га. Они возрастали от применения одинарной и двойной доз NPK (от 134 на фоне последействия известкования до 206 и 263 кг/га, соответственно), от доз навоза — до 156–171, сочетания 80 т/га навоза КРС с N80P80K80 — до 306 кг/га.

Были рассчитаны коэффициенты использования средних за 3 года размеров $N\text{-}NO_3$, формируемого после перезимовки озимой пшеницы до уборки, на вынос азота зерном — 42,2–51,4 %, зерном и соломой — 62,1–68,6 %, зерном, соломой и пожнивно-корневыми остатками — 77–85 %. Наиболее низкие показатели использования образующегося $N\text{-}NO_3$ установлены при применении двойной дозы NPK (в среднем по 4-м дозам применения органических удобрений), наиболее высокие — одинарной дозы NPK Органические удобрения в дозах 40 и 60 т/га (в среднем по вариантам без минеральных удобрений, P40K40, N40P40K40 и N80P80K80) по сравнению с вариантами без них не уменьшали коэффициенты использования образующегося $N\text{-}NO_3$; от их применения в дозе 80 т/га установлена тенденция их снижения.

С повышением уровня интенсификации размеры образующегося $N\text{-}NO_3$ от схода снежного покрова до уборки озимой пшеницы возрастали в 2,3 раза (с 132 до 306 кг/га), а для непоглощаемого растениями $N\text{-}NO_3$ зерном и соломой, пожнивно-корневыми остатками в уборку — в 2,2 раза, что свидетельствовало о более высоких возможных потерях азота за счет вымывания и денитрификации в варианте сочетания двойной дозы NPK с дозой навоза 80 т/га.

Литература

1. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Приемы комплексного использования средств химизации в севообороте на серых лесных почвах Верхневолжья в агротехнологиях различной интенсивности / ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». — Суздаль. — 2017. — 176 с.

2. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Серые лесные почвы Владимирского ополья и эффективность использования их ресурсного потенциала. — Иваново, ПресСто. — 2021. — 188 с.

3. Окорков В.В., Окоркова Л.А. Удобрения и питание азотом яровой пшеницы на серых лесных почвах // Агрохимический вестник. — 2023. — № 1. — С. 35–42.

4. Клостер Н.И., Азаров В.Б., Лоткова В.В., Гребенникова Т.В., Визирская М.М. Эффективность серосодержащих удобрений на озимой пшенице в Центрально-черноземной зоне России // Агрохимический вестник. — 2023. — № 1. — С. 19–22.

5. Салина Ю.Б., Шантасов А.М., Горленко М.В., Костина Н.В. Изучение эффективности применения биоугля для повышения плодородия почв Астраханской области // Агрохимический вестник. — 2023. — № 1. — С. 50–55.

6. Ягодин Б.А., Дерюгин И.П., Жуков Ю.П. и др. Практикум по агрохимии / Под ред. Б.А. Ягодина. — М.: Агропромиздат. — 1987. — 512 с.

7. Органические удобрения: Справочник / П.Д. Попов, В.И. Хохлов, А.А. Егоров и др. — М.: Агропромиздат. — 1988. — 207 с.

8. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Царенко В.П. Система удобрения / Под ред. В.Н. Ефимова. — М.: КолосС. — 2003. — 320 с.

9. Агрохимия: Классический университетский учебник для стран СНГ. В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др. Под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова. — 2017. — 854 с.

10. Окорков В.В., Окоркова Л.А. Баланс азота и гумуса при длительном применении удобрений на серых лесных почвах Ополья / В монографии «Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса». Под общ. ред. С.И. Зинченко, И.М. Щукина. — Иваново: ПресСто. — 2022. — С. 29–39.

УДК 632.94:631.51

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГЕРБИЦИДОВ В БОРЬБЕ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ПОСЕВАХ СОИ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

В.Д. Полин, А.А. Ананьев
ФГБОУ ВО
Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева
Тимирязевская улица, д. 49, г. Москва, 127550, Российская Федерация
E-mail: polinwd4@gmail.com, «ananieff071@gmail.com

Резюме: *Проведены исследования по совершенствованию защиты сои от сорной растительности. Полное уничтожение сорных растений показал вариант при использовании трехкратной обработки посевов сои до появления всходов Ирвин, СЭ (4л/га), вторая обработка по двудольным сорнякам Бизон Эдванс, КЭ (2,5 л/га) и третья по злаковым Лигат, КЭ 0,8 л/га. Использование данной системы гербицидов позволило получить прибавку в урожайности сои в среднем по сравнению с другими вариантами на 0,3–0,4 т/га*

Abstract: *Studies have been conducted to improve the protection of soybeans from weeds. The complete destruction of weeds was shown by the option of using three-fold processing of soybean crops before the emergence of Irwin, SE (4 l / ha), the second treatment for dicotyledonous weeds Bison Advans, CE (2.5 l / ha) and the third for cereal ligates, CE 0.8 l /ha. The use of this herbicide system made it possible to obtain an increase in soybean yield on average compared to other options by 0.3–0.4 t/ha.*

Введение. По данным Росстата за последние десять лет среднегодовой рост посевной площади сои в России составил 13,4 %, урожайности — 2,8 %, а валового сбора — 17,3 %. Культура доходная, но требовательная к технологии возделывания, погодным условиям, отличается чувствительностью к гербицидным обработкам, поэтому необходимо оптимизировать систему гербицидов, для полного уничтожения сорных растений и получения максимальной прибавки к урожайности культуры. Если пренебречь с применением защиты посевов в первые фазы роста и развития, недобор урожая сои может достичь 50–80 %. Поэтому наиболее актуальным становится вопрос защиты посевов сои от сорняков. Считается эффективным для сои двукратное применение гербицидов. Первое применение совместно с посевом (почвенные гербициды), они позволяют сдерживать развитие сорняков в начальной фазе развития сои, а второе применение, листовая обработка по сорным растениям в фазу 1–3 тройчатого листа культуры [1.2.3]. При применении почвенных гербицидов на качество обработки поля, прежде всего, влияет выравненность поверхности почвы. При плохой подготовке почвы большая часть препаратов остается на комьях земли, которые вскоре высыхают. Участки, подверженные водной или ветровой эрозии, также характеризуются снижением эффективности гербицидов за счет смыва водой или сдувания ветром верхних частиц почвы вместе с препаратами. При работе с гербицидами по вегетирующей культуре важно точно выбрать срок применения относительно фазы развития

культуры, чтобы не получить проявления фитотоксичности препаратов и не допустить эффекта «экранирования» сорняков культурой. Также важно выбрать оптимальную фазу развития основных сорняков, когда степень их восприимчивости к гербицидам будет максимальной [4.5.].

Цель: Целью наших исследований является оптимизация системы гербицидов при возделывании сои для снижения вредоносности сорного компонента и повышения урожайности культуры.

Материалы и методы: Наши исследования проводились в производственных посевах сои в условиях хозяйства ООО «Победитель» (Тульская область, Киреевский район) в 2021–2022 гг. Почвы хозяйства относятся к выщелоченному чернозему, Апах 25 см с содержанием гумуса 2,9%, содержание подвижных форм фосфора 120 мг/кг и калия 110 мг/кг, с кислотностью pH_{KCL} 5,7. Соя возделывалась в севообороте: озимая пшеница — соя — яровая пшеница — яровой рапс. В исследованиях использовали сорт сои Лидер 1, который относится к ранним со сроком созревания 85–95 дней и средней урожайностью по региону 2,2 т/га. Культура в хозяйстве возделывается по минимальным технологиям и включает в себя двухкратное осеннее дискование на 8–10 см агрегатом Horsch Joker HD, под второе дискование вносилась Диаммофоска 200 кг/га (NPK 10:26:26). Весной для посева использовался посевной комплекс Horsch Pronto SW, который без предварительной подготовки почвы за один проход осуществлял предпосевную обработку и качественный посев семян сои. Посев проводили на глубину 4–5 см с нормой высева 750 тыс. семян на 1 га.

Для защиты сои от сорных растений мы применяли три варианта гербицидных обработок представленных в таблице 1.

Таблица 1. Варианты гербицидных обработок посевов сои

№ обработки в варианте	Действующее вещество гербицида	Норма расхода гербицида л/га; кг/га	Сроки обработки
Вариант № 1			
1	Пледж, СП (Флумиоксазин, 500 г/кг)	0,12	через день после посева
2	Бенито, ККР (Бентазон, 300 г/л)	2,5	1–2 настоящих тройчатых листа.
	Хармони, СТС (Тифенсульфурон-метил, 750 г/кг)	0,008	
3	Цензор Макс, МКЭ (Клетодим, 120 г/л)	1,5	3-й тройчатый лист — начало ветвления.
Вариант № 2			
1	Ирвин, СЭ (С-метолахлор + тербутилазин, 312,5 + 187,5 г/л)	4	через день после посева
2	Бизон Эдванс, КЭ (Бентазон + тифенсульфурон — метил, 350 + 2 г/л)	2,5	1–2 настоящих тройчатых листа.
3	Лигат, КЭ (Клетодим + хизалофоп-П-этил, 150 + 65 г/л)	0,8	3-й тройчатый лист — начало ветвления.
Вариант № 3			
1	Бизон Эдванс, КЭ (Бентазон + тифенсульфурон — метил, 350 + 2 г/л)	2,5	1–2 настоящих тройчатых листа.
2	Лигат, КЭ (Клетодим + хизалофоп-П-этил, 150 + 65 г/л)	0,8	3-й тройчатый лист — начало ветвления.

Учеты сорных растений проводились в фазу 1-го настоящего тройчатого листа — для двудольных, 3-го тройчатого листа — для злаковых, второй учет через 28 дней после обработки сои гербицидами, инструментальным методом с помощью рамки 0,25 м^2. На повторности накладывали восемь рамок, за повторность брали проход опрыскивателя John Deere M4030 (ширина 36 м) с длинной учетной делянки 100 метров. Учитывали показатели в двукратной повторности по двум проходам опрыскивателя. Урожайность определялась сплошным методом в период уборки.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что в посевах сои перед обработкой гербицидами видовой состав был представлен малолетними двудольными и однодольными сорными растениями из различных биогрупп (яровые ранние, яровые поздние, зимующие). Представителями многолетних сорняков были корнеотпрысковый осот полевой и корневищный пырей ползучий (табл.2).

Таблица 2. Видовой и количественный состав сорных растений в посевах сои по вариантам гербицидных обработок (шт./м²)

№ варианта	1		2		3	
Год учёта	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Осот полевой (*Sonchus arvense* L.)	1/0	1/0	1/0	2/0	2/1	1/0
Марь белая (*Chenopodium album* L.)	1/0	2/0	2/0	2/0	7/1	6/0
Редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.)	4/0	3/1	4/0	4/0	3/1	4\0
Ширица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.)	2/0	4/0	3/0	2/0	3/0	4/0
Ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.)	3/1	2/1	2/0	3/0	3\1	2/0
Пырей ползучий (*Agropyrum repens* L.)	4/1	3/1	4/0	5/0	4/0	3/0
Просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L.)	5/1	4/1	4/0	3/0	3/0	4/0
Мятлик однолетний (*Poa annua* L.)	2/0	3/0	3/0	3/0	3/0	2/0
Всего	22/3	22/3	18/0	17/0	28/4	26/0

Примечание: количество сорняков до обработки / после (на 28 день)

По годам исследований видовой и количественный состав сорняков различался не значительно и их количество перед применением гербицидов колебалась от 17 до 28 шт./м². Используемые нами системы гербицидов по вариантам показали высокую эффективность в уничтожении сорных растений в посевах сои, в целом по годам исследований она колебалась от 86 до 100 %. Стоит отметить, что в первом варианте после обработки гербицидами сохранялись в посевах культуры такие сорняки, как ромашка непахучая, просо куриное и пырей ползучий. В третьем варианте в первый год исследований устойчивыми оказались марь белая, ромашка непахучая, редька дикая и осот полевой. Полное уничтожение сорных растений по годам проведения эксперимента отмечается во втором варианте, где эффективность применяемой системы гербицидов была 100 %. Проведенные исследования также показали, что в первый вариант обработка гербицидом (**Цензор Макс, МКЭ** (Клетодим, 120 г/л)) против злаковых сорняков был менее эффективным, по сравнению со вторым и третьим вариантами, где применяли (**Лигат, КЭ** (Клетодим + хизалофоп-П-этил, 150 + 65 г/л)), так как по годам исследований после обработки во втором учете в этом варианте однодольные сорняки присутствовали в посевах сои.

Анализ урожайных данных сои по изучаемым вариантам гербицидной обработки за два года исследований показал преимущество второго варианта, где сорные растения после обработок гербицидами отсутствовали, что и приводило к более высокой урожайности по сравнению с другими вариантами (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность сои в зависимости от системы гербицидной защиты, т/га

Варианты обработки гербицидами	2021 г.	2022 г.
1	2,23	1,31
2	2,59	1,44
3	2,1	1,15
$НСР_{05}$	0,16	0,1

Урожайность сои при применении системы гербицидов включающей трехкратную обработку **Ирвин, СЭ** (С-метолахлор + тербутилазин, 312,5 + 187,5 г/л) почвенный гербицид через день после посева, **Бизон Эдванс, КЭ** (Бентазон + тифенсульфурон — метил, 350 + 2 г/л) в фазу 1–2 настоящих тройчатых листа и противозлаковый гербицид **Лигат, КЭ** (Клетодим + хизалофоп-П-этил, 150 + 65 г/л) 3-й тройчатый лист — начало ветвления превосходила другие варианты и составляла 2,59 и 1,44 т/га в 2021 и 2022 годах соответственно, что существенно превышает показатели урожайности по двум другим вариантам. Снижение урожайности в 2022 году объясняется низкой эффективностью инсектицидной обработкой против лугового мотылька, которая была проведена с опозданием, а также дождливая осень позволила провести уборку только 22 октября по сравнению 20 сентября в 2021 году. Двукратная обработка сои в третьем варианте показала существенное снижение урожайности по годам исследований по отношению к первым двум вариантам, что можно объяснить вредоносностью сорных растений на начальных этапах развития сои, при отсутствии почвенного гербицида.

Выводы.

1. Подбор эффективных гербицидов и их смесей в посевах сои, учитывая ее чувствительность к гербицидным обработкам, позволяет контролировать численность сорных растений и получать значительную прибавку в урожайности культуры.

2. Наличие в посевах сои однодольных сорных растений требует дополнительной обработки посевов противозлаковым гербицидом в фазу тройчатого листа начало ветвления.

3. Трехкратная обработка посевов сои во втором варианте (Ирвин, СЭ (4л/га), Бизон Эдванс, КЭ (2,5 л/га) Лигат, КЭ 0,8 л/га) позволяет полностью уничтожать сорный компонент в агроценозе культуры.

4. Отсутствие довсходовой обработки почвы гербицидом после посева сои приводит к существенному снижению урожайности культуры в среднем по годам исследований до 20%.

Литература

1. Лысенко Н.Н. Гербициды в посевах сои / Вестник аграрной науки. — 2018. — № 2 (71). — С. 19–28.

2. Корпанов Р.В. Агроэкологические аспекты химической прополки сои / Наше сельское хозяйство. — 2020. — № 9 (233). — С. 89–97.

3. Матвейчук П.Н., Лысенко Н.Н., Прудникова Е.Г. Передовой опыт возделывания сои в производственных условиях ООО «Дубовицкое» Орловской области./ Зернобобовые и крупяные культуры. — 2019. — № 1 (29). — С. 47–55.

4. Григоров А.В., Смуров С.И., Потапов Н.К. Эффективность применения гербицидов на посевах скороспелых сортов сои в засушливых условиях в период вегетации / Инновации АПК: проблемы и перспективы. — 2015. — №3(7). — С. 67–73.

5. Вереникина Н.А., Лысенко Н.Н. Влияние обработки почвы на засоренность посевов сои. Russian Agricultural Science Review. — 2015. — Т. 5. №5–1. — С. 205–207

УДК 631.582

ФОРМИРОВАНИЕ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ЯЧМЕНЯ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

О.А. Савоськина[1], С.И. Чебаненко[2], Л.А. Гафурова[3]
[1,2] ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева»
E-mail: osavoskina@rgau-msha.ru

Резюме. *В современных условиях изменения климата меняются формы взаимоотношений и их направленность между компонентами агрофитоценоза. Сорный компонент более пластичен, что усиливает его конкурентоспособность относительно культурного. Результаты исследований позволили проанализировать влияние различных факторов интенсификации земледелия, таких как способ возделывания, внесение удобрений, известкование на обилие и структуру сорного компонента агрофитоценоза ярового ячменя.*

Abstract. *In modern conditions of climate change, the forms of relationships and their orientation between the components of agrophytocenosis are changing. The sordid component is more plastic, which enhances its competitiveness relative to the cultural one. The research results made it possible to analyze the influence of various factors of agricultural intensification, such as the method of cultivation, fertilization, liming on the abundance and structure of the weed component of the agrophytocenosis of spring barley. Keywords: barley, weeds, long-term experience, agrophytocenosis.*

Введение. Зерно ячменя широко используют для продовольственных, технических и кормовых целей, в том числе в пивоваренной промышленности, при производстве перловой и ячневой круп. Ячмень относится к ценнейшим концентрированным кормам для животных, так как содержит полноценный белок, богат крахмалом. В России на кормовые цели используют до 70% ячменя. Из хлебов I группы яровой ячмень — один из наиболее засухоустойчивых. Транспирационный коэффициент, согласно данным НИИСХ Юго-Востока, примерно равен 400, по другим данным — 300–520. В засушливых регионах, как правило, дает более высокие урожаи, чем яровая пшеница [1, 2].

При всех преимуществах ярового ячменя нельзя отрицать существующие факторы, определяющие продуктивность культуры. Одним из главных таких факторов считают степень засоренности посевов. Несмотря на способность бороться с сорняками благодаря особенностям биологии и при условии грамотной технологии возделывания, нередко именно плачевное состояние агрофитоценоза, а именно обилие вредоносного сорного компонента, приводит к серьезным потерям урожая. Таким образом, одним из ключевых способов повышения продуктивности ярового ячменя несомненно остается борьба с сорной растительностью [3, 4, 5] .

Не секрет, что сорные растения очень быстро развиваются, значительно опережая развитие культурных растений: их семена быстрее прорастают, а всходы, затеняя другие посевы, забирают у них свет, создавая тем самым неблагоприятные условия. Сорные растения также иссушают корнеобитаемый слой почвы, используя почвенную влагу. Они непроизводительно расходуют большое количество питательных веществ, вносимых вместе с удобрениями и предназначенных для выращивания высоких урожаев культурных растений, то есть снижают плодородие почвы [6, 7, 8].

Популяции сорных растений практически повсеместно присутствуют в структуре агроценозов, образуя в совокупности сорный компонент со специфическим для каждого поля видовым составом и численностью отдельных видов сорняков, а также потенциальным запасом в почве их семян и органов вегетативного размножения.

Чтобы составить эффективную и экономически обоснованную систему истребительных и предупредительных мероприятий, которая обеспечивает уничтожение как вегетирующих сорных растений, так и находящихся в почве органов возобновления вегетации, необходимо

понимание их биологических особенностей, степень их устойчивости к различным агрономическим приемам и факторам внешней среды в определенные периоды вегетации.

Материалы и методы. Наши исследования по изучению формирования агрофитоценозов ячменя проводили в Длительном опыте РГАУ-МСХА, который был заложен профессором А.Г. Дояренко по инициативе академика Д.А. Прянишникова в 1912 году, расположенном в пределах 55°50′25′ СШ и 37°33′29′ ВД. Опыт — трехфакторный (рис. 1).

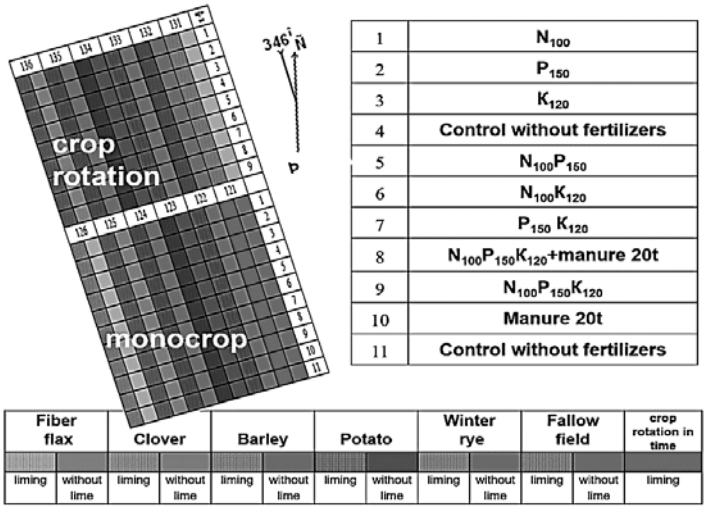


Рис. 1. Схематический план Длительного опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Источник: (Savoskina, Shitikova, & Chebanenko, 2020)

В опыте рассматривается действие и взаимодействие таких параметров, как способ возделывания культур (бессменно и в севообороте), различные системы удобрения (минеральные, органические в разном их сочетании) и химическая мелиорация почвы (известкование).

По классификации ФАО (Podsolluvisol) почва опытного участка дерново-средне- и слабоподзолистая, старопахотная (более 200 лет под пашней).

Объекты исследований: ячмень сорта ТСХА 4 и сорные растения. Предшественником ячменя является пропашная культура — картофель. После уборки картофеля традиционно проводится дискование почвы, вносятся фосфоро-калийные удобрения и навоз (на вариантах где это предусмотрено) и завершается основная обработка почвы вспашкой.

Ячмень выступает как покровная культура для многолетних трав — клевера (сорт ВИК 7).

Агротехнология возделывания ярового ячменя типична для Нечерноземной зоны.

За весь период наблюдений ГТК был ниже климатической нормы. Так в мае месяце (в период посев-всходы) он составлял 0,3 при норме 1,3, что свидетельствует о острозасушливых

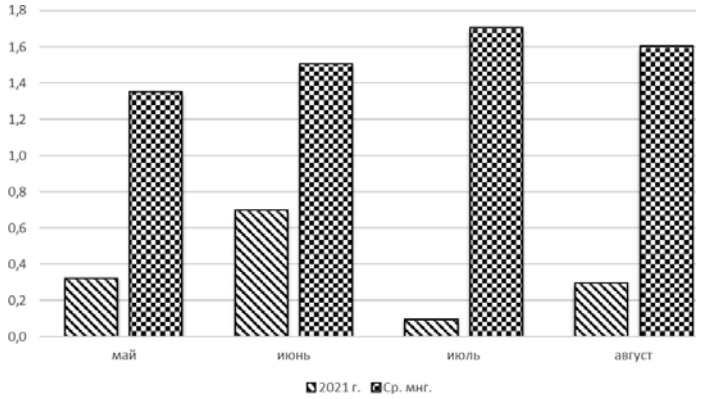


Рис. 2. Динамика ГТК за вегетационный период

условиях. В дальнейшем (июнь месяц) он составил 0,7 при среднемноголетнем значении 1,5, а в июле месяце ГТК был равен всего 0,1 при норме 1,7 (рис. 2).

Недостаточность увлажнения остро отрицательно отразилась на росте и развитии культуры. Но сорные растения, как более пластичные и стрессоустойчивые, заполняли экологические ниши, что приводило к существенному увеличению засоренности посевов.

Результаты и их обсуждение. Густота стеблестоя культурного компонента является важным средством повышения конкурентноспособности культуры сплошного сева. Еще в большей степени на рост и развитие культурных растений, а также засоренность посевов влияют особенности погодных условиях и других факторов агротехники. У ячменя, как и у других зерновых культур гербакритическим считается период кущения. Поэтому важно чтобы посевы были свободными от сорняков. Однако в засушливых условиях начала вегетации ячменя густота стояния культуры к началу этой фазы была невысокая и составляла в среднем по вариантам удобрений в бессменных посевах 374 шт./м² по фону извести и 284 шт./м² на неизвесткованном фоне, а в севообороте соответственно 280 и 273 шт./м², что составляет 65,8 и 55,3 % от нормы.

Низкая густота стояния обусловила появление экологических ниш, которые из-за более быстрого старта и природной пластичности заполнили сорные растения. Численность сорных растений превышала ЭПВ по всем изучаемым факторам и колебалась от 20 шт./м² — в бессменном посеве на фоне извести на контрольном варианте до 127 шт./м² — в севообороте на фоне извести в варианте NPK (рис. 3).

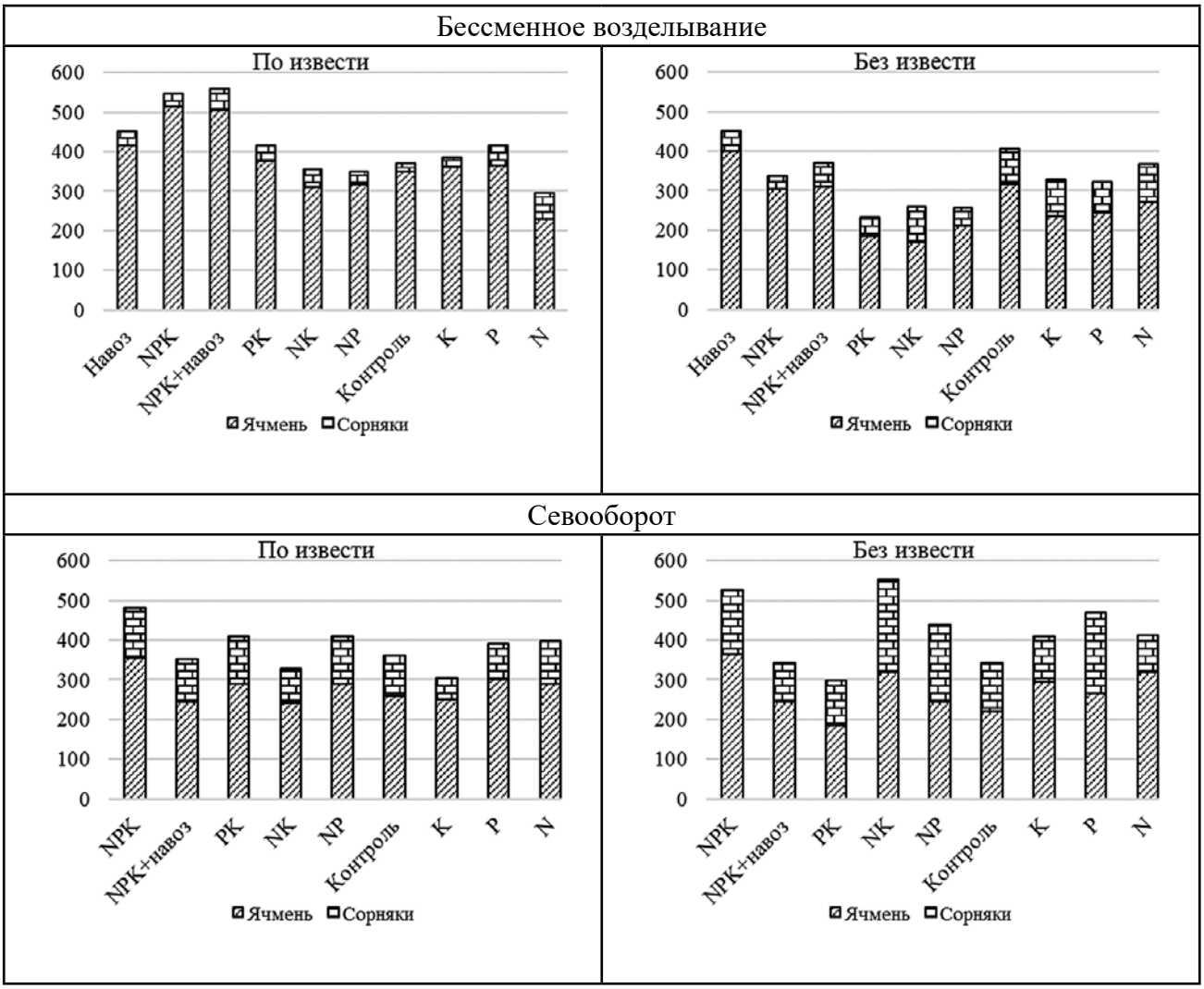


Рис. 3. Структура агрофитоценоза ячменя в зависимости от изучаемых факторов

Специфические погодные условия обусловили в фазу кущения относительно низкую засоренность при сопоставимой численности культурных растений. Доля сорного компонента агрофитоценоза находилась в пределах 10,2–21,1 и 26,4–34,8 % соответственно в бессменных посевах и в севообороте. Тем самым дефицит влаги в начале вегетации оказал токсичное действие не только на культурный компонент агрофитоценозов, но и на сорный, так как заметна депрессия всхожести семян сорняков.

В сложившихся условиях в севообороте относительно бессменных посевов доля сорного компонента выше, что связано с переносом семян сорных растений временными водными потоками вниз по склону, где и располагаются поля севооборота (131–136).

На неизвесткованном фоне доля сорного компонента увеличивалась за счет большого распространения оксилофита Хвоща полевого (Equisetum arvense L.), численность которого достигала 200 шт./м² на варианте NK в севообороте.

Видовой состав сорного компонента агрофитоценозов ячменя был представлен в основном двудольными сорными растениями (93,1 %).

Для защиты растений посевы обработали гербицидом Базагран при норме 3 л/га.

Во второй учет после обработки посевов гербицидом Базагран произошло снижение численности сорных растений (рис. 4). В основном оно происходило за счет снижения численности малолетних сорных растений, в свою очередь многолетние сорные растения приостановились в росте, а затем продолжили вегетацию.

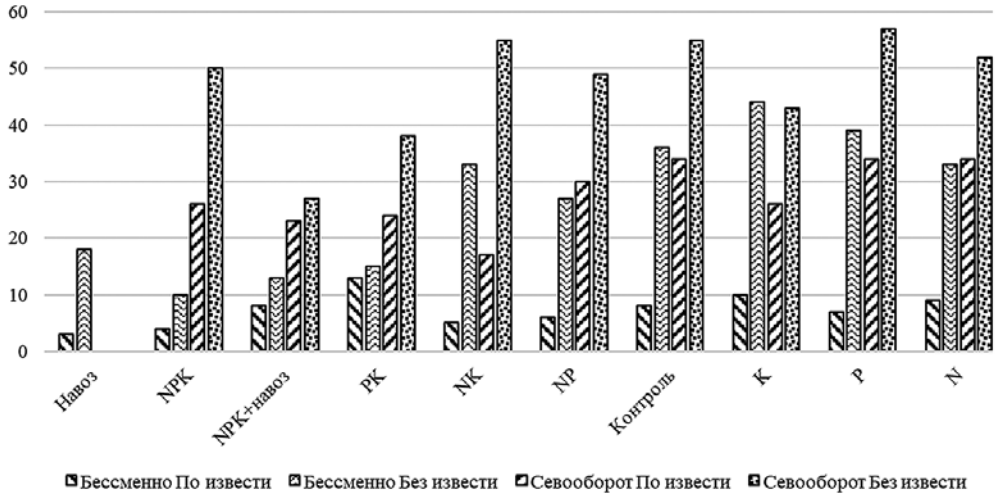


Рис. 4. Количество сорных растений в посевах ячменя через 30 дней после проведения химпрополки, шт./м²

Техническая эффективность гербицидной обработки на фоне проведения периодической мелиорации составила 74,7 %, на неизвесткованном фоне 64 %.

Однако прошедшие в 3 декаде июня дожди обусловили появление «второй волны» сорняков, что отразилось на фитосанитарном состоянии посевов. Так на неизвесткованном фоне в бессменных посевах в среднем по вариантам численность сорных растений равнялась 27 шт./м², а в севообороте — 47 шт./м². При проведении периодического известкования соответственно 7 и 28 шт./м².

Климатические условия вегетации, такие как повышенная теплообеспеченность в купе с пониженной влагообеспеченностью, приводили к депрессии растений ячменя и к активному развитию сорных растений. При проведении третьего учета наблюдалось увеличение численности сорных растений, которое происходило в основном за счет малолетних сорных растений (рис. 5).

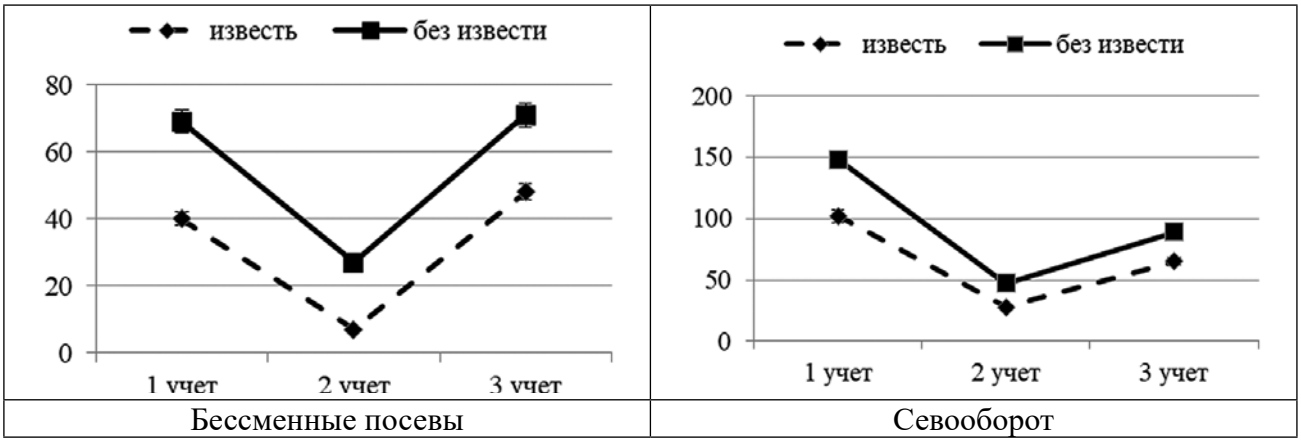


Рис. 5. Динамика численности сорных растений, шт./м²

В бессменных посевах изменение численности проходило в виде полуволны синусоиды.

Согласно полученных данных в бессменных посевах численность сорного компонента при проведении учета перед обработкой посевов гербицидами (1 учет) и перед уборкой (3 учет) практически не различалась, но через 30 дней после химпрополки (2 учет) наблюдается «прогиб», что связано с эффективным действием гербицида.

Обычно «2 волна» появления сорных растений после обработки посевов гербицидами связана с выпадением осадков, которые способствуют появлению новых всходов сорняков из семян, находящихся в почве.

В севообороте же мы наблюдаем снижение численности сорных растений от 1 учета ко 2-му с последующим увеличением плотности сорняков перед уборкой. Но здесь количество сегетальной флоры не превышает исходного.

Как в севообороте, так и при бессменном возделывании на фоне периодического проведения известкования численность сорных растений была меньше, чем на фоне без извести.

Произошла смена видового состава малолетних сорняков. При проведении третьего учета доминировали однодольные сорные растения, представители яровых поздних — ежовник (Echinochloa crus-galli) и щетинник сизый (Setaria glauca (L.), которые перерастали в средний и верхний ярусы. Представители малолетних двудольных сорных растений (ромашка, пастушья сумка) и многолетние (хвощ полевой) располагались в основном в нижнем ярусе.

Сложные погодные условия вкупе с плохим фитосанитарным состоянием посевов обусловили низкую урожайность ячменя (рис. 6).

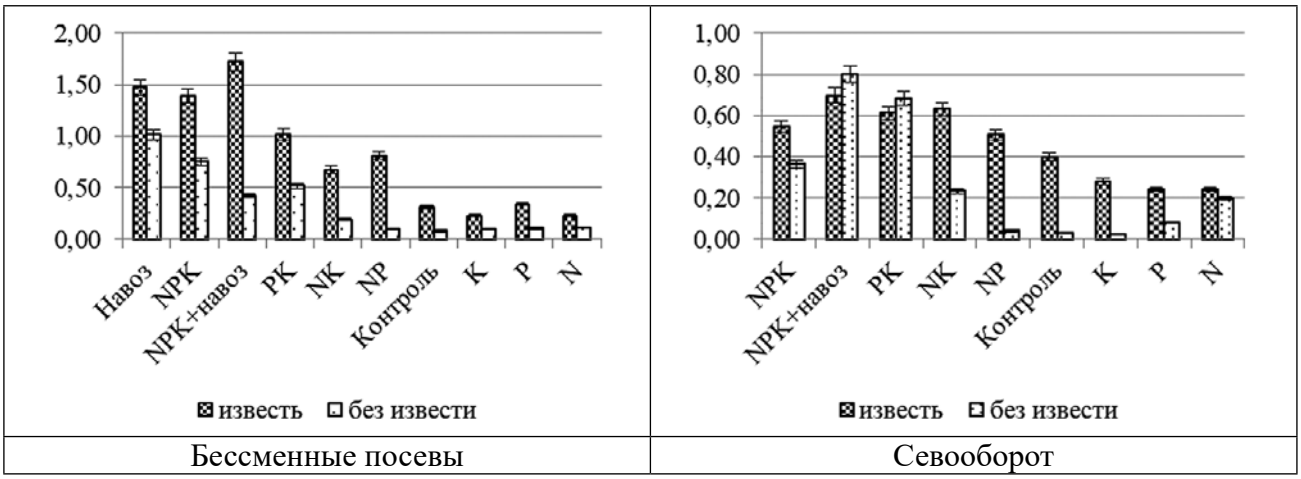


Рис. 6. Урожайность ярового ячменя, т/га

Максимальный выход продукции (1,72 т/га) получен на варианте NPK+навоз при периодическом известковании почвы в бессменных посевах, а минимальный отмечен на варианте внесения К на фоне без извести в севообороте (0,02 т/га). В бессменных посевах урожайность ячменя была выше относительно севооборота: на неизвесткованном фоне на 0,06 т/га, а на фоне извести на 0,33 т/га.

Применение химической мелиорации (проведение известкования почвы 1 раз в ротацию) позволило дополнительно получить прибавку продукции, которая в бессменных посевах составляла 0,46 т/га, а в севообороте — 0,19 т/га.

Влияние внесения различных доз удобрения можно проследить только на фоне внесения извести, где прослеживается тенденция получения максимальной продукции на вариантах NPK+навоз и дальнейшее снижение на вариантах NPK — двухкомпонентные удобрения — однокомпонентные.

На не известкованном фоне не прослеживаются данные тенденции.

Заключение. Численность и динамика сорного компонента агрофитоценоза ячменя определялась в первую очередь климатическими условиями, а также зависела от изучаемых вариантов. На всем продолжении функционирования агрофитоценоза численность сорных растений была выше ЭПВ. Проведение известкования способствовало снижению численности сорных растений. Роль вариантов удобрений выражена слабо. В целом наибольшая засоренность, как правило, сопутствовала наименьшей густоте культуры.

Характерным отличием состояния агрофитоценоза в посевах бессменного ячменя явились два пика засоренности: в начале и конце вегетации.

С повышения засоренности прогрессивно снижалась густота стеблестоя культуры. К уборке ячменя средняя доля сорного компонента колебалась в пределах 30–50 % в зависимости от изучаемых факторов. Следует отметить, что выпадение ячменя в процессе вегетации шло более быстрыми темпами на вариантах с менее окультуренной почвой.

Климатические условия вегетации (повышенная теплообеспеченность вкупе с пониженной влагообеспеченностью) привели к депрессии растений ячменя и к активному развитию сорных растений, что в дальнейшем негативно отразилось на урожайности культуры.

Литература

1. Шитикова А.В. Полеводство: Учебник / А.В. Шитикова. — Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2019. — 204 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-8114-3310-0.

2. Ламмас М.Е. Мировое производство ячменя / М.Е. Ламмас, А.В. Шитикова // Агробиотехнология-2021: Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. — Москва: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. — С. 733–736.

3. Власенко Н.Г. Приемы агротехники, способствующие оптимизации фитосанитарного состояния посевов ячменя / Н.Г. Власенко, Т.П. Садохина // Земледелие. — 2010. — № 6. — С. 30–31.

4. Исаичева У.А., Труфанов А.М. Эффективность различных технологий возделывания ячменя в снижении засоренности дерново-подзолистых почв //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2014. — № 2 (112). — С. 10–15.

5. Безменко А.А. Влияние систем обработки почвы и удобрений на изменение видового и количественного состава сорных растений в агрофитоценозах Владимирского ополья / А.А. Безменко, И.В. Князева // Владимирский земледелец. — 2022. — № 2 (100). — С. 4–9. — DOI 10.24412/2225-2584-2022-2-4-9.

6. Чернов О.С. Факторы влияния на взаимоотношения растений в агрофитоценозах Верхневолжья / О.С. Чернов // Владимирский земледелец. — 2021. — № 1 (95). — С. 35–43. — DOI 10.24412/2225-2584-2021-1-35-43.

7. Просандеев Н.А. Формирование агрофитоценозов яровой пшеницы и ячменя при применении гербицидов в лесостепи Среднего Поволжья: дис. — Пенз. гос. с/х акад. — 2016.

8. Ламмас М.Е. Динамика численности сорной растительности при обработке биостимуляторами роста растений в посевах ярового ячменя / М.Е. Ламмас, А.В. Шитикова // Известия Дагестанского ГАУ. — 2022. — №4 (16). — С. 84–88. — DOI 10.52671/26867591_2022_4_84.

9. Savoskina O.A. Change of the content of soil water stable aggregates in a fallow field depending on the cultivation level of albic glossic retisols of long-term field experience / O.A. Savoskina, A.V. Shitikova, S.I. Chebanenko // International Journal on Emerging Technologies. — 2020. — Vol. 11, №2. — P. 475–478.

УДК 631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАЗОТРОФНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

А.Ю. Чевердин, М.Ю. Сауткина, Ю.И. Чевердин
Воронежский Федеральный аграрный научный центр им.В.В. Докучаева
397463 Воронежская обл., Таловский р-н, пос. 2-го участка института им. Докучаева
cheverdin@bk.ru, cheverdin62@mail.ru

Резюме. *Представлены результаты исследований эффективности диазотрофных препаратов в посевах зерновых культур. Опыт проведен в 2012-2022 гг. в условиях Центрального Черноземья (Воронежский ФАНЦ). Установлена высокая эффективность предпосевной инокуляции семян, оказывающая влияние на показатели почвенного плодородия. Отмечено увеличение урожайности на 10-20%.*

Abstract.*The results of studies of the effectiveness of diazotrophic drugs in grain crops are presented. The experiment was conducted in 2012-2022 in the conditions of the Central Chernozem region (Voronezh FAN). The high efficiency of pre-sowing inoculation of seeds has been established, which affects the indicators of soil fertility. An increase in yield by 10-20% was noted.*

Условием получения стабильной и высокой продуктивности сельскохозяйственных угодий является достаточная обеспеченность растений элементами минерального питания. Наряду с традиционными приемами повышения почвенного плодородия (внесение минеральных удобрений) ведутся поиски альтернативных источников минерального питания. Азот и фосфор относятся к основным макроэлементам, обеспечивающими высокие темпы роста и развития растений. Применение микробных препаратов на основе диазотрофных штаммов может существенным образом пополнить азотный фонд почвы и обеспеченность доступным фосфором.

Комплексное применение азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий оказывает положительное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян, увеличивается длина ростков и корней зерновых культур (Сидоренко и др, 2021). Микробные штаммы с участием рода Pseudomonas оказывают положительное влияние на микробное почвенное сообщество (Безлер, 2020). Ассоциативные препараты оказывают существенное влияние на физиологические процессы в растениях. Отмечено увеличение площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала (Курсакова В.С., 2018: Сейтуарова, 2018).

Диазотрофные препараты служат получению экологической продукции и снижению влияния стресс-факторов на растения, увеличению урожая (Дегтярева И., 2018; Курсакова В.С., 2018). В связи с этим поиск путей оптимизации эффективного плодородия почв является одной из актуальных задач современной с/х науки.

Цель исследований — изучить эффективность предпосевной инокуляции семян зерновых культур диазотрофными штаммами ризосферных бактерий и изменение плодородия черноземов.

Методика исследований. Полевые опыты проведены в Воронежском федеральном аграрном научном центре в 2010-2022 гг. Почва опытного участка — чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый среднемощный среднегумусный. Культуры — озимые пшеница и тритикале, яровой ячмень. Площадь делянки — 5м^2. Повторность — шестикратная. Фон минерального питания — без удобрений и N_{30} (аммиачная селитра). Семена обрабатывали в день посева. Уборка комбайном «Хеге».

Результаты исследований. Проведенные исследования в условиях Центрального Черноземья позволили выявить главные факторы, влияющие на плодородие почвы и продуктивность растений. На почвах с высокой степенью обеспеченности элементами минерального питания основной вклад принадлежит диазотрофным микробным препаратам. По степени влияния минеральные удобрения занимают подчиненное положение.

Предпосевная инокуляция семян микробными штаммами изменяет направленность микробиологических процессов в черноземе обыкновенном. Отмечено увеличение численности аммонифицирующих бактерий, произрастающих на мясопептонном агаре (МПА). Повышается активность актиномицетов, ответственных за деструкцию органических остатков на начальном этапе. Увеличивается численность бактерий нитрификаторов, играющих важную роль в азотном цикле почвы. При этом оптимизируется азотное питание культур. Применение микробных препаратов уменьшает активность минерализационных процессов органического вещества, связанного с использованием минеральных азотных удобрений.

Проведенными нами исследованиями показано изменение биохимических процессов в почве, активности почвенных ферментов. Применение диазотрофных микробных препаратов увеличивает содержание фосфатазы, что положительно сказывается на процессах улучшения обеспеченности растений доступным фосфором. Фосфатаза отвечает на активность гидролитических процессов связанных с процессами метаболизма фосфорных соединений. Инокулянты на основе диазотрофов снижали активность почвенного фермента уреазы, что в свою очередь способствует уменьшению потерь азота при аммонификации. Отмечено увеличение активности каталазы и как результат возможное увеличение синтеза гумусовых веществ.

Использование ассоциативных микробных препаратов оказывает положительное влияние на повышение содержания биогенных элементов питания в вегетативной массе и в конечном итоге в хозяйственно-ценной части урожая. Так, в растениях ячменя отмечено увеличение концентрации в зеленной массе азота на 12,1 %, фосфора на 14,0 % и меньше всего калия — на 4,0 %. В зерне ячменя соответственно азота на 13,1 %, фосфора на 19,1 % и калия на 10,1 %.

Предпосевная инокуляция семян способствовала увеличению линейных размеров растений и их вегетативной массы. Причем наиболее существенные изменения характерны для второй фазы вегетации. Так, высота растений ярового ячменя в фазу колошения увеличивалась на 8,5 %, масса 1 растения на 18,3 % по отношению к контролю. На озимом тритикале в силу биологических особенностей культуры увеличение вегетативной массы выражено в больших числовых значениях. Масса 1 растения повышалась на 48 % на вариантах с диазотрофами, линейный размер увеличивался на 10 %.

Диазотрофные микробные штаммы способствуют активизации физиологических процессов в растениях. Отмечено увеличение концентрации зеленных пигментов в листьях культур. Установлена средняя корреляционная зависимость зерновой продуктивности с фотосинтетической активностью. Доказано повышение тесноты взаимосвязи на вариантах с естественным фоном минерального питания (без удобрения).

Можно отметить связь фотосинтетических процессов в растениях со структурой микробного ценоза. Установлена средняя корреляционная зависимость активности аммонификаторов с величиной зеленых пигментов в листьях ячменя — r=0,40±0,01-0,53±0,01 при критерии существенности $t_{факт}$=40–53>$t_{теор}$=2,68. Таким образом можно отметить, что активизация процессов аммонификации в почве стимулирует рост фотосинтетической активности в листьях растений.

Наряду с этим, установлена отрицательная корреляционная зависимость активности фотосинтеза с численностью микроорганизмов утилизирующих минеральные формы азота — $r = -0,32 \pm 0,01$ при $t_{факт}=32>t_{теор} = 2,68$. Они диагностируются на крахмало-аммиачном агаре. Отрицательный знак коэффициента парной корреляции в данном случае показывает на снижение фотосинтетической деятельности при увеличении бактерий использующих минеральные формы азота.

Результатом всех выявленных изменений роста и развития растений, почвенного плодородия служит повышение продуктивности с/х растений. Выявлена существенная роль диазотрофных штаммов в повышении урожайности культур. Более высокая эффективность прослеживается на естественном неудобренном фоне минерального питания. На черноземах в условиях ЦЧЗ рост урожайности ярового ячменя изменялся в пределах от 0,33 до 0,52 т/га.

Близкие значения увеличения продуктивности характерны для озимого тритикале. В среднем за годы проведения исследований она повышалась на 1,5–5,5 ц/га.

Проведенные исследования эффективности микробных препаратов в посевах озимой пшеницы на черноземах юго-востока ЦЧЗ показало достаточно высокую эффективность. Наиболее существенное влияние отмечено на естественном фоне минерального питания. Роль микробного штамма увеличивается в годы с достаточным количеством атмосферных осадков. Повышение продуктивности варьирует в пределах 1,6–4,4 ц/га. При комплексном использовании минерального азота и микробного штамма урожайность повышалась в меньших размерах.

Важным показателем кормовых культур является содержание белка в зерне. Ячмень относится к основным кормовым культурам. Диазотрофные препараты проявили положительную роль. Причем более существенную на естественном фоне минерального питания. Предпосевная инокуляция семян ярового ячменя увеличивала сбор белка на 37–68 кг/га. На контроле сбор составил 288 кг/га. Комплексное применение даизотрофных препаратов с минеральным азотом не способствовало дальнейшему увеличению белковой продуктивности ячменя.

Выводы. Проведенные исследования предпосевной инокуляция семян зерновых культур (яровой ячмень, озимое тритикале, озимая пшеница) в условиях ЦЧЗ показали их высокую эффективность. Наиболее заметный рост продуктивности характерен для естественного неудобренного фона минерального питания. Отмечается улучшение показателей плодородия, роста и развития растений в течение вегетации, фотосинтетической активности. Комплексное применение диазотрофных микробных препаратов совместно с минеральным азотным удобрением не оказало положительного влияния.

Литература

1. Сидоренко М.Л., Слепцова Н.А., Быковская А.Н., Бережная В.В., Клыков А.Г. Прорастание семян злаков под влиянием композиций азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий из почв, возделываемых в условиях Дальнего Востока // Сельскохозяйственная биология. — 2021. — Том 56. — №1. –С.146-157. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.146rus

2. Безлер Н.В., Петюренко М.Ю. Влияние интродукции бактерий рода Pseudomonas в агроценозе сахарной свеклы на микробное сообщество филлопланы // Международная Научная Экологическая Конференция: АГРАРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции. Составитель Л.С. Новопольцева. Под редакцией И.С. Белюченко . 2020. Издательство: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (Краснодар). — Краснодар, 24–26 марта 2020 года. — С.175–178.

3. Сейтуарова А.Д., Поползухина Н.А. Эффективность фотосинтеза пшеницы мягкой яровой под действием биопрепарата ризоагрин // Труды Кубанского Государственного Аграрного Университета. — 2018. — №72. — С.324-328. DOI: 10.21515/1999-1703-72-324-328.

4. Дегтярева И.А., Яппаров И.А., Яппаров А.Х., Давлетшина А.Я., Мотина Т.Ю., Гасимова Г.А. Микробно-растительное взаимодействие ассоциативных диазотрофов и интродуцентов //

Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2018. — Т. 233. — №1. — С. 42–45.

5. Курсакова В.С. Эффективность применения препаратов корневых диазотрофов в посевах яровой пшеницы при минимальной обработке почвы // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета. — 2018. — 10 (168). — С. 5–12.

6. Курсакова В.С., Хижникова Т.Г., Новикова Л.А. Влияние азотфиксирующих бактерий и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и продуктивность яровой пшеницы // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета. — 2014. — №2 (112). — С. 23–28.

УДК 631.811

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕГО КАЧЕСТВО

О.С. Чернов

Верхневолжский федеральный аграрный научный центр, ул. Центральная, д.3, п. Новый, Суздальский р-н, Владимирская обл., 601261, Российская Федерация

E-mail: ivan.shchukin@mail.ru

Резюме. *На серых лесных почвах Верхневолжья в длительном стационарном опыте изучено влияние систем севооборотов, удобрения сортовых особенностей в двух зернотравяных, зернотравянопропашном и плодосменном севооборотах на урожайность яровой пшеницы, структуру урожая и качество продукции. В статье изложены результаты исследований, проводимых в 2019 и 2021 гг. Показано преимущество озимой ржи как предшественника, следующей по пласту многолетних трав, в формировании урожайности яровой пшеницы сорта Сударыня и его качества. Отмечено преимущество применения умеренных норм минеральных удобрений и предшественника горох в засушливых условиях под яровую пшеницу сорта Ладья.*

Abstract.*On gray forest soils of the Upper Volga region, the influence of crop rotation systems, fertilization of varietal features in two grain-grass, grain-grass and fruit-bearing crop rotations on the yield of spring wheat, crop structure and product quality was studied in a long stationary experiment. The article presents the results of research conducted in 2019 and 2021. The advantage of winter rye as a precursor, following the layer of perennial grasses, in the formation of the yield of spring wheat of the Madam variety and its quality is shown. The advantage of using moderate norms of mineral fertilizers and the predecessor of peas in arid conditions for spring wheat of the Ladya variety is noted.*

Возделывание яровой пшеницы в лесной зоне всегда было ограничено, отчасти в связи с развитием болезней вредителей, недостатком плодородных почв и отличных предшественников. Эта культура чувствительна к воздействию внешних, в том числе антропогенных, факторов, только при оптимальном подборе системы удобрения, предшественника, обработки почвы, сорта, высококачественного посевного материала вероятно получение стабильно высоких урожаев культуры. Во Владимирском ополье яровая пшеница не входила в структуру посевных площадей, в том числе в севооборотах стационарных полевых опытов Владимирского НИИСХ [1].

В настоящее время изменилась коньюнктура рынка, выросла потребность производства зерна, пригодного в хлебопекарной промышленности, решение вопросов обеспечения продовольственной безопасности делает необходимым расширение посевов яровой пшеницы и во Владимирском ополье.

Методика. Исследования проводились в 2019 — 2021 гг. в двух зернотравяных, зернотравянопропашном и плодосменном севооборотах с различным насыщением зерновыми культурами, в которых изучались органо-минеральная и минеральная системы удобрения в двух фонах

(таблица 1). Под культуру фосфорно-калийное удобрение вносилось под основную обработку почвы, азотное — весной перед посевом культуры. Изучение проводилось на яровой пшенице сортов Сударыня и Ладья.

Таблица 1. Схема размещения яровой пшеницы и нормы удобрения под культуры в звене севооборотов

Год, норма удобрения под культуру	Чередование культур в севооборотах							
	Занятый пар — озимая рожь — овёс + мн. травы — мн. травы 1 г. п. — мн. травы 2 г. п. — яровая пшеница		Мн. травы 1 г. п. — мн. травы 2 г. п. — озимая рожь — яровая пшеница — овёс — ячмень + мн. травы)		Мн. травы 1 г. п. — мн. травы 2 г. п. — озимая пшеница — картофель — яровая пшеница — ячмень + мн. травы)		Картофель — ячмень + клевер — клеверный пар (однолетние травы) — озимая пшеница — зернобобовые — яровая пшеница	
	Фоны удобрения 1 и 2							
	1	2	1	2	1	2	1	2
2018	Мн. травы 2 г.п.		Мн. травы 2 г.п.		Мн. травы 2 г.п.		Однолетние травы	
Норма удобрения	-	N30	N60	N60	N60	N60	-	-
2019	Яровая пшеница		Озимая рожь		Озимая пшеница		Озимая пшеница	
Норма удобрения	N40 P40 K40	N60 P60 K60	N60 P60 K60	N90 P90 K90	N60 P60 K60	N90 P90 K90	N60 P60 K60 + Навоз 60 т	N110 P80 K80 + Навоз 80 т
2020	Занятый пар		Яровая пшеница		Картофель		Горох	
Норма удобрения	N40	N60	N60 P60 K60	N90 P90 K90	N90 P90 K90	N120 P120 K120	N40 P30 K30	N40 P30 K30
2021	Озимая рожь		Овёс		Яровая пшеница		Яровая пшеница	
Норма удобрения	Навоз 40 т + N60	Навоз 40т+N60 + (NPK) 40	N60 P60 K60	N80 P80 K80	N60 P60 K60	N90 P90 K90	N60 P40 K40	N90 P60 K60

Исследования проводились на фоне общепринятой для зоны обработки почвы. После уборки каждой культуры производилось дисковое лущение на глубину 10–12 см в сочетании с основной обработкой почвы плугом с культурным отвалом на глубину 20–22 см через 10–15 дней после лущения стерни. Основное удобрение вносилось под основную обработку почвы.

Повторность опыта 4-х кратная. Площадь делянки 140 м^2. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа с помощью пакета программ Statistica 6.

В 2019 году, за период май–август выпало 290,3 мм осадков при средней температуре 16,7 ^{o}C, что несколько выше среднемноголетних показателей; ГТК периода по Селянинову составил 1,41. Однако осадки выпадали крайне неравномерно, основное их количество пришлось на вторую половину вегетации изучаемых культур, что явилось определяющим в показателях уровня урожайности. В мае 2020 года погодные условия характеризовались как нормальные, температура выше средних многолетних данных на 1°C наблюдалась, начиная с июня, весь июль и август. Осадки за период активной вегетации выпадали неравномерно, значительное их количество пришлось на середину июля месяца, показатель влагообеспеченности (ГТК) периода активной вегетации 2020 г. составил 1,32. Период активной вегетации в 2021 году устойчиво начался с мая месяца и был теплее на 3 ^{o}C в сравнении со среднемноголетними показателями. Осадки в течение мая августа выпадали неравномерно. В мае и августе выпало больше осадков, а третья декада июня месяца и весь июль характеризовались резким дефицитом выпадения

осадков. Гидротермический коэффициент составил за период май — август всего 1,0 (по Селянинову), что можно оценить как засушливые условия.

Результаты и обсуждение. Исследованиями установлено, что изучаемые факторы оказали влияние на величину урожайности яровой пшеницы сортов Сударыня и Ладья на фоне контрастных погодных условий (таблица 2). Яровая пшеница сорта Сударыня при посеве по пласту многолетних трав сформировала урожайность — 20,2–23,3 ц/га зерна, это самый низкий показатель в исследованиях; влияния изменения нормы удобрения под культуру на величину урожайности не отмечено. Культура того же сорта, которая в вариантах опыта высевалась по предшественнику озимая рожь, сформировала урожайность 32,4–40,2 ц/га. Применение ежегодной вспашки в сочетании с нормой внесения минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ обеспечило уровень урожайности культуры 40,2 ц/га, при норме удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайность отмечена достоверно ниже — 32,4 ц/га зерна.

Таблица 2. Влияние систем севооборотов, обработки почвы, удобрения на урожайность яровой пшеницы, отвальная вспашка, ц с 1 га

Севооборот, ГТК периода активной вегетации	Удобрения под культуру	Урожайность
Сорт Сударыня		
Занятый пар — озимая рожь — овёс + мн. травы — мн. травы 1 г. п. — мн. травы 2 г. п. — яровая пшеница, ГТК 1,41	$N_{40}P_{40}K_{40}$	20,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	23,3
$НСР_{05\ удобр.}$ = 4,0 ц/га		
Мн. травы 1 г. п. — мн. травы 2 г. п. — озимая рожь — яровая пшеница — овёс — ячмень + мн. травы, ГТК 1,32	$N_{60}P_{60}K_{60}$	32,4
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	40,2
$НСР_{05\ удобр.}$ = 4,9 ц/га		
Сорт Ладья		
Картофель — яровая пшеница — ячмень + мн. травы — мн. травы 1 г. п. — мн. травы 2 г. п. — озимая пшеница, ГТК 1,0	$N_{60}P_{60}K_{60}$	26,9
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,2
$НСР_{05}$удобрения 3,3 ц/га		
Картофель — ячмень + клевер — клеверный пар — озимая пшеница — зернобобовые — яровая пшеница, ГТК 1,0	$N_{60}P_{40}K_{40}$	30,5
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	25,9
$НСР_{05}$удобрения 3,7 ц/га		

Условия года (ГТК 1,0) оказали существенное влияние на уровень урожайности яровой пшеницы сорта Ладья (таблица 2). Показатели урожайности культуры в зернотравянопропашном севообороте при посеве по предшественнику картофель составили 23,2–26,9 ц/га, в плодосменном севообороте при посеве после гороха — 25,9–30,5 ц/га зерна. Так, в вариантах опыта при посеве после картофеля и норме удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайность культуры составила 26,9 ц/га, при норме $N_{90}P_{90}K_{90}$ отмечено достоверное снижение этого показателя до 23,2 ц/га. В вариантах опыта при посеве яровой пшеницы после гороха в сочетании с нормой удобрения $N_{60}P_{40}K_{40}$ отмечен показатель урожайности– 30,5 ц/га; при норме удобрения $N_{90}P_{60}K_{60}$ отмечено существенное снижение показателя урожайности, до 25,9 ц/га зерна, то есть с увеличением нормы удобрения отмечается достоверное снижение урожайности. Данные по урожайности яровой пшеницы сортов Сударыня и Ладья, полученные в исследованиях, согласуются с урожайностью новых сортов, полученных в исследованиях отдела селекции и семеноводства яровых культур Верхневолжского ФАНЦ [2].

Анализ элементов структуры урожая яровой пшеницы сорта Сударыня показал, что предшественник и норма удобрения оказали влияние на её показатели (таблица 3).

Таблица 3. Некоторые элементы структуры урожая яровой пшеницы, отвальная вспашка, сорт Сударыня

Предшественник	Доза удобрения под культуру	Продуктивных стеблей, шт. /м^2	Соотношение зерна к соломе	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
Многолетние травы 2 г.п.	$N_{40}P_{40}K_{40}$	395	1:1,3	13,2	38,6	0,51
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	401	1:1,0	15,0	38,6	0,58
Озимая рожь	$N_{60}P_{60}K_{60}$	328	1: 2,0	21,7	41,4	0,90
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	386	1: 1,7	22,9	41,0	0,94

Величина урожая яровой пшеницы сорта Сударыня в вариантах опыта при посеве по пласту многолетних трав формировалась продуктивным стеблестоем, составившим 395–401 шт./м^2, при малой массе зерна с 1 колоса — 0,51–0,58 г, и показателе озернённости колоса 13,2–15,0 зёрен на 1 колос. В наземной массе урожая выход соломы был невысоким, показатель соотношения зерна к соломе составил 1:1,0–1,3, показатель массы 1000 зёрен, составил в вариантах при посеве по пласту многолетних трав 38,6 г.

В вариантах опыта при посеве яровой пшеницы того же сорта после озимой ржи зерно культуры сформировалось крупным, показатель массы 1000 зёрен в вариантах опыта колебался в пределах 41,0–41,4 г. Показатель числа зёрен в колосе колебался в пределах 21,7–22,9 штук в 1 колосе, а массы зерна с 1 колоса — 0,90–0,94 г, что значительно превышало показатели в вариантах опыта, в которых культура размещалась в севообороте по пласту многолетних трав. Наземная масса урожая характеризовалась высокой соломистостью: масса соломы составляла в 1,7–2,0 раза больше массы зерна. Вероятно, на закладку полноценного колоса, высокорослого стеблестоя, выполненность зерна оказали существенное влияние высокие показатели запаса легкодоступного азота в почве при посеве яровой пшеницы сорта Сударыня. При увеличении нормы азотного удобрения в вариантах опыта в биомассе урожая культуры отмечено более узкое соотношение зерна и соломы, выше показатели озернённости и массы зерна с 1 колоса в нормальных условиях увлажнения.

В условиях 2021 года элементы структуры урожая яровой пшеницы сорта Ладья существенно зависели от изучаемых факторов (таблица 4).

Таблица 4. Некоторые элементы структуры урожая яровой пшеницы, отвальная вспашка, сорт Ладья, на 1 м^2

Предшественник	Доза удобрения	Продуктивных стеблей, шт. / м^2	Соотношение зерна к соломе	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
Картофель	$N_{60}P_{60}K_{60}$	325	1:2,9	19,9	40,2	0,80
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	266	1:3,1	19,3	39,8	0,77
Горох	$N_{60}P_{40}K_{40}$	326	1:2,3	22,7	41,4	0,94
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	275	1:2,6	21,9	40,6	0,89

Растения яровой пшеницы сорта Ладья в условиях года кустились слабо, число продуктивных стеблей при норме внесения азотного удобрения 60 кг/га по различным предшественникам имело близкие значения и составляло 325–326 шт./м^2, при норме 90 кг/га показатель отмечен ниже — 266–275 шт./м^2.

Показатели массы 1000 зёрен яровой пшеницы в вариантах при посеве после картофеля составили — 39,8 — 40,2 г, числа зёрен в колосе — 19,3-19,9 штук, массы зерна с 1 колоса —

0,77–0,80 г. В вариантах опыта при посеве после гороха указанные показатели отмечены более высокими значениями, соответственно — 40,6–41,4 г, 21,9–22,7 штуки в колосе и 0,89–0,94 г. Установлено, что более высокие анализируемые показатели обеспечиваются применением меньших из изучаемых норм минеральных удобрения в вариантах опыта.

Показатель соотношения зерна и соломы у яровой пшеницы сорта Ладья в вариантах опыта колебался в пределах 1:2,9–1:3,1 и 1:2,3–1:2,6, то есть при большей массе колоса соотношение основной и побочной продукции было более узким. И так, органо — минеральная система удобрения в плодосменном севообороте при засушливых условиях оказала положительное воздействие на формирование урожая яровой пшеницы, при посеве после гороха зерно более крупное, колос полновесный, выше показатель озернённости колоса, чем при минеральной системе удобрения в сочетании с предшественником картофель.

Изучение химического состава основной продукции яровой пшеницы показало, что существенное влияние на его показатели в различных погодных условиях оказали система севооборотов, удобрения и особенности сорта (таблица 5, 6).

Таблица 5. Влияние систем севооборотов и удобрения на химический состав зерна яровой пшеницы сорта Сударыня, отвальная вспашка

Предшественник	Удобрения под культуру, кг/га	N, %	Белок, ц/га	P_2O_5, %	K_2O, %	NO_3, мг / 100 г
Многолетние травы 2 г.п.	$N_{40}P_{40}K_{40}$	1,80	2,07	0,97	0,58	2,05
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,99	2,64	1,07	0,57	2,10
Озимая рожь	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,32	4,28	1,19	0,53	2,98
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	2,15	4,92	1,20	0,57	2,43

Таблица 6. Влияние систем севооборотов и удобрения на химический состав зерна яровой пшеницы сорта Ладья, отвальная вспашка

Предшественник	Удобрения под культуру, кг/га	N, %	Белок, ц/га	P_2O_5, %	K_2O, %	NO_3, мг/100 г
Картофель	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,60	3,98	1,09	0,52	3,33
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	2,62	3,46	1,07	0,50	3,20
Горох	$N_{60}P_{40}K_{40}$	2,64	4,59	1,06	0,53	3,28
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	2,61	3,85	1,11	0,55	2,98

Исследованиями выявлен наиболее низкий показатель содержания азота в зерне яровой пшеницы сорта Сударыня в варианте опыта при посеве культуры по пласту многолетних трав в сочетании с нормой удобрения $N_{40}P_{40}K_{40}$ — 1,80 % (Таблица 5). В вариантах опыта при посеве культуры после озимой ржи в сочетании с внесением азотного удобрения в норме 60–90 кг/га содержание азота в зерне этого сорта отмечается более высокими значениями — 2,15–2,32 %. Вероятно, важную роль в аккумулировании азота в зерне можно связать с посевом культуры по обороту пласта многолетних трав двух лет пользования, что обеспечило высокий запас мобильного азота перед посевом в этих вариантах опыта. В зерне сорта Ладья содержание азота в вариантах опыта отмечено высокими значениями и составило 2,60–2,64 %, что определилось особенностями сорта при возделывании в засушливых условиях погоды и слабо зависело от нормы удобрения (Таблица 6).

Установлено, что содержание фосфора в зерне культуры слабо зависело от особенностей сорта и погодных условий. Наиболее низкое значение — 0,97 % P_2O_5, отмечено в варианте опыта при посеве яровой пшеницы по пласту многолетних трав в сочетании с нормой удобрения культуру $N_{40}P_{40}K_{40}$, самое высокое — 1,19–1,20 % P_2O_5, в вариантах при посеве после озимой

ржи и более высокой нормой удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{90}P_{90}K_{90}$. При посеве яровой пшеницы после картофеля и гороха при различных нормах удобрения в вариантах опыта содержание фосфора в зерне сорта Ладья колебалось в пределах 1,06–1,11 % P_2O_5.

Отмечена тенденция более высокого содержания калия (на K_2O) — 0,53–0,58 %, при посеве культуры сорта Сударыня в вариантах опыта по пласту многолетних трав и озимой ржи в нормальных условиях увлажнения. При посеве яровой пшеницы сорта Ладья по картофелю и гороху в вариантах опыта в условиях недостатка влаги показатели отмечены несколько ниже — 0,50–0,55 %.

Содержание нитратов в зерне яровой пшеницы сорта Сударыня в вариантах опыта колебалось в пределах 2,05–2,98 мг/100 г, сорта Ладья — 3,20–3,33 мг/100 г и не превышало разрешённой ПДК.

Показатель выхода белка с 1 га севооборотной площади существенно зависел от предшественника, нормы удобрения, сортовых особенностей культуры.

Наиболее низкий показатель выхода белка с 1 га пашни — 2,07–2,64 ц, получен при посеве яровой пшеницы сорта Сударыня по пласту многолетних трав; в вариантах опыта, в которых культура высевалась по предшественнику озимая рожь, показатель отмечен значительно выше — 4,28–4,92 ц с 1 га пашни.

Отмечена зависимость выхода белка с 1 га у яровой пшеницы Ладья в вариантах опыта от уровня урожайности, сортовых особенностей культуры и условий погоды. Наиболее высокий показатель — 4,59 ц белка с 1 га, получен в варианте с применением $N_{60}P_{40}K_{40}$ под культуру в сочетании с посевом после гороха. Увеличение нормы удобрения или посев яровой пшеницы после картофеля снижало показатели выхода белка.

Выводы.

1. Самый высокий показатель урожайности яровой пшеницы сорта Сударыня — 40,2 ц/га, в благоприятных погодных условиях отмечен при применении нормы удобрения $N_{90}P_{90}K_{90}$ в сочетании с посевом по предшественнику озимая рожь, обороту пласта многолетних трав. Применение более низких норм удобрения — $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$, в сочетании с посевом по обоим предшественникам существенно снижало урожайность культуры сорта Сударыня.

2. Самый высокий показатель урожайности яровой пшеницы сорта Ладья отмечен при применении нормы удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{40}K_{40}$ в засушливых погодных условиях по обоим изучаемым предшественникам и составил: по картофелю — 26,9 ц/га, по гороху — 30,5 ц/га зерна. При увеличении нормы удобрения урожайность яровой пшеницы достоверно снижалась.

3. Высокие показатели массы 1000 зёрен, числа зёрен в колосе, массы колоса сформировались у яровой пшеницы сорта Сударыня в варианте при посеве после озимой ржи в сочетании с минеральной системой удобрения — соответственно 41,0–41,4 г, 21,7–22,9 штук в 1 колосе, а массы зерна с 1 колоса — 0,90–0,94 г; у яровой пшеницы сорта Ладья при посеве после гороха в сочетании с органо — минеральной системой удобрения, соответственно 40,6–41,4 г, 21,9–22,7 штук и 0,89–0,94 г.

4. В зерне сорта Ладья содержание азота в вариантах опыта отмечено высокими значениями и составило 2,60–2,64 %, в засушливых условиях погоды, в зерне сорта Сударыня в вариантах при посеве после озимой ржи — 2,15–2,32 % при нормальных погодных условиях.

5. Наиболее низкий показатель выхода белка с 1 га пашни — 2,07–2,64 ц, получен при посеве яровой пшеницы сорта Сударыня по пласту многолетних трав, при посеве по обороту пласта после озимой ржи этот показатель значительно возрастает в вариантах опыта — до 4,28–4,92 ц с 1 га пашни. Наиболее высокий показатель — 4,59 ц белка с 1 га пашни, получен у яровой пшеницы сорта Ладья в варианте с применением $N_{60}P_{40}K_{40}$ под культуру в сочетании с посевом после гороха.

Литература

1. Воспроизводство плодородия почв за счёт приоритета биологического фактора в зоне Владимирского ополья. / Под ред. А.Т. Волощука. — Владимир. — 2006. — 104 с.

2. Игнатьева Г.В., Фёнова О.А., Булатова С.А., Викулина Е.В. Воздействие гидрометеоусловий на урожайность новых сортов мягкой яровой пшеницы. / Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса.: монография / под общ. ред. Зинченко С.И., Щукина И.М. — Иваново: ПресСто. — 2022. С. 184–190.

УДК 911.52

ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ АГРОЛАНДШАФТНОГО ПОЛЕВОГО СТАЦИОНАРА

В.В. Шаркевич
ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр» Владимирская обл., Суздальский район, пос. Новый, ул. Центральная, 3
E-mail: i.u.vin@mail.ru

Резюме. *В статье рассматривается визуальная засоренность агроландшафтного полевого стационара и его засоренность из разбора снопов весовым методом. Особое внимание уделяется соотношению между многолетними и однолетними сорняками.*
Abstract. *The article considers the visual clogging of the agricultural landscape field hospital and its clogging from the analysis of sheaves by the weight method. Special attention is paid to the ratio between perennial and annual weeds.*

Распространению сорных растений уделяется постоянное внимание при разработке агротехнологий, включая формирование экологически сбалансированных адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Среди влияния факторов, которые изучаются на агроландшафтном стационаре — пять севооборотов, четыре вида обработки почвы, десять уровней интенсивности фонов удобрений.

Исследования по изучению состояния засорённости посевов проводились в полевом агроландшафтном стационарном опыте в 2022 г. на серой лесной среднесуглинистой почве с агрохимической характеристикой: pH_{kcl} — 5,2–5,6; Нг — 2,27–5,95; сумма поглощенных оснований 17,85–23,96 мг-экв. / 100 г почвы; содержание подвижных форм фосфора (по Кирсанову) 86–176 мг/кг; калия (по Масловой) — 163–375 мг/кг почвы.

В качестве основной обработки применялась общепринятая (отвальная) вспашка плугом ПЛН-4-35 на 20–22 см, комбинированная энергосберегающая обработка культиватором-плоскорезом КПЭ-3,8 на 10–12 см, комбинированная ярусная — вспашка двухъярусным плугом ПЯ-3-35 на глубину 28–30 см и противоэрозионная — глубокое рыхление (КПГ-250 на глубину 25–27 см).

Схема доз удобрений под культуры севооборотов приведена в табл. 1.

Таблица 1. Схема доз удобрений под культуры севооборотов

	Овёс + мн. травы		Овёс + мн. травы		Ячмень + мн. травы		Ячмень + мн. травы		Картофель	
Уровни интенсивности	о/о	п/ом	п/ом	и/ом	и/м	в/м	в/м	и/м	и/ом	в/ом
Норма удобрения	-	N30 P30 K30	N30 P30 K30	N45 P45 K45	N45 P45 K45	N45 P45 K45	N45 P45 K45	N45 P45 K45	N90 P60 K60	N120 P80 K80

Примечание. Уровни интенсивности: о/о — без внесения удобрений; п/ом — поддерживающий органоминеральный; и/м — интенсивный минеральный, и/ом- интенсивный органоминеральный; в/м — высокоинтенсивный минеральный

Обработка гербицидами проводилась в начале мая.

Засоренность агроландшафтного стационара подробно рассмотрена в работах О.С. Чернова [1,2]. Им был выявлен основной видовой состав сорняков в посевах многолетних трав 1 года пользования в фазу цветения клевера. Из многолетних сорняков наиболее часто встречались: осот розовый, бодяк (Cirsiumsetosum M.B.), хвощ полевой (Equisetumarvense L.), пырей ползучий (Elitrigiarepens (L.) Nevski).; Из малолетних сорняков — трёхреберник непахучий (Tripleurospermuminodorum L.), пастушья сумка обыкновенная (Capsellabursa-pastoris (L.) Med.), звездчатка средняя (Stellariamedia (L.), ярутка полевая (Thlaspiarvense L.), подмаренник цепкий (Galiumaparine L.), торица полевая (Spergulavulgaris Boenn, полынь обыкновенная (Artemisiavulgaris L.), смолёвка хлопушка (Silenevulgaris Garske), рыжик мелкоплодный (Camelinamicrocarpa Andrz.), чертополох колючий (Carduusacantholdts L.).

В 2022 году основная масса многолетних сорняков представлена вьюнком полевым (Convolvulus arvensis). Его количество не превышало 3-х штук на м^2, но благодаря вьющемуся и много ветвящемуся стеблю, давало плотную объемную массу. Среди однолетних сорняков основным засорителем посевов стал овсюг. В посевах так же встречалась ромашка аптечная и марь белая.

В таблице 2 приведена засоренность посевов овса и ячменя осотом при визуальной оценке в % в середине вегетации (после колошения).

Из приведенных данных следует, что наименьшая засоренность относится к первому зернопаротравяному севообороту, в котором используется черный пар. Наблюдается тенденция снижения засоренности осотом при переходе от отвальной и комбинированной — энергосберегающей к противоэрозионной обработке почвы.

Таблица 2. Засоренность посевов овса и ячменя осотом при визуальной оценке, %

Обработка	Севообороты							
	Овес				Ячмень			
	I		II		III		IV	
	о/о	п/ом	п/ом	и/ом	и/ом	в/ом	и/ом	в/ом
Отвальная	6	5	50	40-45	45-50	45-50	20-30	25-30
Комбинированная — энергосберегающая	1	1	30-35	15-20	20-25	30-45	15-20	12-20
Комбинированная ярусная	3-5	1,5-3	15-20	3-5	10-12	10-15	5-12	15-20
Противоэрозионная	1,5–3	0	3-4	1,5-2	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5	1,5-2

В таблице 3 приведены данные засоренности посевов ячменя и овса в процентном соотношении с культурными растениями, полученные при разборе снопов весовым методом. Суммарная засоренность ячменя оказалась ниже суммарной засоренности овса, кроме последнего уровня интенсивности, что, по-видимому, обусловлено влиянием предшественников (овес высевался после озимых, а ячмень — после яровых зерновых культур).

Таблица 3. Засоренность посевов ячменя и овса в процентном соотношении с культурными растениями для отвальной обработки почвы при естественной влажности

Засоренность	Севообороты							
	Овес				Ячмень			
	I		II		III		IV	
	о/о	п/ом	п/ом	и/ом	и/ом	в/ом	и/ом	в/ом
Всего:	21,1	26,3	25,2	23,7	13,2	15,8	13,5	33,7
многолетние:	15,9	24,9	9,9	15,4	11,1	10,3	8,1	7,0
из них осот	2	0	3,4	1,7	0,7	0,7	0,7	1,5
однолетние	2,4	1,4	15,3	8,3	2,1	5,5	5,4	26,6

Как следует из таблицы 3, по севооборотам произошло выравнивание засоренности за счет однолетних сорняков.

Выводы. Подводя итог обсуждению результатов, отметим, что в 2022 году основная масса многолетних сорняков представлена вьюнком полевым (Convolvulus arvensis). Его количество не превышало 3-х растений на $м^2$. Среди однолетних сорняков доминировал овсюг. Наименьшая засоренность овсюгом относится к первому зернопаротравяному севообороту с черным паром. Наблюдается тенденция снижения засоренности осотом при переходе от отвальной и комбинированной — энергосберегающей к противоэрозионной обработке почвы. Однако суммарная засоренность по севооборотам выравнивается за счет однолетних сорняков. Как мы полагаем, за счет влияния предшественников суммарная засоренность овса оказалась выше засоренности ячменя.

Литература

1. Чернов О.С. Влияние систем севооборотов, удобрений, обработки почвы на засоренность посевов в Вержневолжье. Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: Коллективная монография // Под ред. В.В. Окоркова. — Иваново: ПресСто. — 2020. — С. 151–157.

2. Винокуров И.Ю., Чернов О.С. Формирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия во Владимирском ополье. — Владимир: Калейдоскоп. — 2020. — 162 с.

УДК 633.32

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПО СПЕЛОСТИ ТИПОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ

С.Т. Эседуллаев

Ивановский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»,153506, Ивановская область, Ивановский район, с. Богородское, ул. Центральная, д.2, тел. (4932) 33-69-65

E-mail: ivniicx@mail.ru

Резюме. *На дерново-подзолистых почвах Ивановской области в течение двух лет проведены исследования по изучению продуктивности и кормовой ценности различных по спелости сортов клевера лугового, в результате которых не выявлено явного преимущества ни одного из типов клевера, установлена разнонаправленность хода формирования их урожая, отсутствие изначально ожидаемого положительного эффекта от внесения извести и стартовой дозы полного минерального удобрения.*

Abstract. *On the sod-podzolic soils of the Ivanovo region, for two years, studies were conducted to study the productivity and feed value of meadow clover varieties of various ripeness, as a result of which no obvious advantage of any of the clover types was revealed, the multidirectional course of their crop formation was established, the absence of the initially expected positive effect from the introduction of lime and the starting dose of full mineral fertilizer.*

Актуальной проблемой животноводства в Верхневолжском регионе остается производство в достаточном количестве кормов хорошего качества, сбалансированных по основным питательным веществам. Важным резервом повышения эффективности кормопроизводства являются многолетние травы. Многолетние бобовые травы в системах земледелия выступают в роли основной культуры. Они не только сохраняют и повышают плодородие почвы, но и способны давать дешевый высококачественный белок без внесения азотных удобрений [1]. В Центральном районе Нечерноземной зоны наиболее распространенными многолетними бобовыми травами являются различные виды клевера, которые характеризуются высоким содержанием

протеина в зеленой массе [2]. В нашей стране из многолетних видов клевера на кормовые цели возделывают клевер луговой (красный), клевер ползучий (белый) и клевер гибридный (розовый). Из этих трех видов самым распространенным в полеводстве считается клевер луговой. По внешнему виду и особенностям развития различают 2 типа клевера лугового: позднеспелый (северный, одноукосный) и раннеспелый (южный, двуукосный). Растения одноукосного клевера достигают высоты 1,5 м, они отличаются озимым типом развития и в год посева образует только прикорневую розетку листьев, а двуукосного — до 1 м, ярового типа, в год посева дает семена. Характеризуется более высокой облиственностью, пониженной зимостойкостью по сравнению с северным. У двуукосного клевера все фазы развития проходят на 10-15 дней раньше. У позднеспелых сортов формируется более сжатый симбиотический аппарат, чем у раннеспелых.

Многие исследователи считают, что урожайность клевера зависит от типа клевера и года пользования. Одни авторы выявили, что позднеспелые сорта обеспечивают сбор сухого вещества больше, чем раннеспелые. Так, по данным Я.Д. Лиелманиса и соавторов (1969) [3] урожайность зеленой массы клевера лугового на дерново-подзолистой почве составила 11,5–13,6 т/га у позднеспелого сорта и 9,21–11,3 т/га у раннеспелого. На дерново-карбонатной почве также урожайность была выше у позднеспелого сорта 14,7–16,9 т/га, чем у раннеспелого 11,6–13,9 т/га зеленой массы. В исследованиях С.В. Грислиса (2000) [4] раннеспелые сорта клевера лугового формировали 15,0–17,3 т/га зеленой массы или 4,6–6,0 т/га сухого вещества, позднеспелые соответственно 18,9–20,0 т/га или 6,3–6,5 т/га. В опытах З.А. Зарьянова, Н.В. Парахина (2001) [5] урожайность клевера одноукосного составила 6,67 т/га сухого вещества, у двуукосного 5,51 т/га. На Павловской опытной станции ВИР получено сена одноукосного сорта Сиворицкий 4,16–9,96 т/га, двуукосного Иыгева 4,33–8,13 т/га. В условиях Предуралья И.В. Осокин с соавторами (2002) [6] определили, что в I г.п. двуукосные сорта Трио и Лобановский обеспечивают получение 9,34 т/га и 8,89 т/га сухого вещества соответственно, а Пермский местный 11,34 т/га.

В исследованиях других авторов наоборот получено преимущество двуукосных сортов. Например, в опытах В.А. Волошина и Е.В. Мальцевой (2004) [7] урожайность клевера в I г.п. у двуукосного сорта Трио составила 5,71–6,63 т/га сухого вещества, во II г.п. — 4,87–7,63 т/га, одноукосный сорт Пермский местный обеспечил сбор сухого вещества 5,48-5,95 т/га в I г.п. и 5,00–5,27 т/га — во II г.п. Исследованиями А.С.Чемаровой (2009) [8] установлено, что в Предуралье тетраплоидный, двуукосный сорт клевера Кудесник по уровню урожайности существенно превышал диплоидные сорта клевера как позднеспелого (Пермский местный), так и раннеспелого (Трио) типов. В опытах В.Н. Лукашева (2001) клевер луговой сорта ВИК 7 (двуукосный) в I г.п. формировал урожайность зеленой массы в сумме за два укоса 32,0 т/га, а во II г.п. — 36,6 т/га.

Урожайность кормовой массы клевера лугового одноукосного и двуукосного типов в значительной мере зависит от природно-климатической зоны и технологии выращивания. Нельзя однозначно сказать, что какой-то тип клевера лучше или хуже, так как у клевера исторически сложились территории произрастания одноукосных и двуукосных типов. В Верхневолжье одноукосные клевера Кинешемский местный в Ивановской, Солигаличский в Костромской областях долгое время были главными многолетними бобовыми культурами. Но результаты последних исследований показывают, что современные двуукосные сорта не уступают по урожайности, и могут наряду с местными сортами использоваться в посевах.

Также нельзя не согласиться с Н.А. Мухиной (1971) [9], которая считала, что в Нечерноземной полосе в одном и том же хозяйстве целесообразно возделывать для кормовых целей оба типа клевера лугового — одноукосный и двуукосный.

Клевер, относится к культурам с очень высокой чувствительностью к кислой реакции почвенной среды и высокой отзывчивостью на известкование [10]. Между тем, в Ивановской области площадь кислых почв — 320,0 тыс. га или 63,8 % от обследованной площади

пашни. Кроме того, в последние годы многие местные с/х товаропроизводители по разным причинам, в том числе организационным, проявляют повышенный интерес к одноукосным клеверам, имея многолетнюю практику возделывания двуукосных типов. Поэтому возникла необходимость сравнительного изучения различных типов клеверов и их реакции на известкование.

Цель исследования — изучить продуктивность и кормовую ценность клеверов разного типа в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья.

Почва на опытном участке дерново-подзолистая, легкосуглинистая, среднеокультуренная. Содержание гумуса в пахотном горизонте составило 1,9%, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 24,0 и 17,5 мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора была близкой к слабокислой ($pH_{сол}$ 5,5). Повторность трехкратная. Площадь делянки — 30 м^2. Размещение вариантов систематическое. Опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А (культура)

1. Клевер Солигаличский (одноукосный) — $К_с$
2. Клевер Дымковский (двуукосный) — $К_д$
3. $К_{с+}$ тимофеевка (Т)
4. $К_{д+}$ тимофеевка

Фактор В (агрофон)

1. Контроль (без известкования) и удобрений
2. Известь –рекомендованная доза
3. Известь –рекомендованная доза + мин. удобрения $(NPK)_{30}$

Фактор С (способ посева)

1. Беспокровный + мех. обработки
2. Под покров овса + гербицид

Агротехника общепринятая. Варианты трав изучали при двух способах посева — ранний под покров овса (в срок посева яровых зерновых) и 2 срок — беспокровно (во второй декаде июня). Как способ борьбы с сорняками при первом способе посева применяли гербицид Агритокс в дозе 1 л/га, при втором способе — дополнительная культивация. Фон минерального питания включал контроль (без удобрений), вариант с известью и известь + $(NPK)_{30}$. Удобрения и известь вносили единожды перед закладкой опыта. Доза извести составила 4 т/га.

Бобовые травы высевали в чистом виде и в составе травосмеси с тимофеевкой луговой. Полная норма высева клевера лугового сорта Дымковский составила 14 кг/га, сорта Солигаличский — 14 кг/га, тимофеевки луговой сорта Вик 9–10 кг/га. Норма высева компонентов в бобово-злаковых травосмесях составляла 50% от полной нормы высева трав в одновидовых посевах. Многолетние травы в течение вегетации скашивали два раза. Первый укос проводили в фазу бутонизации бобовых трав. Второй — за 30–35 дней до наступления устойчивых заморозков.

В результате исследований установлено, что в среднем за два года как на контроле, так на агрофонах в беспокровном посеве по продуктивности двуукосный клевер Дымковский превосходил одноукосный Солигаличский (табл. 1).

Наибольший выход сухого вещества — 8,67 т/га и сборы кормовых единиц- 8,3 тыс./га достигнут на фоне извести. Дополнительное к извести внесение стартовой дозы полного минерального удобрения не приводит к увеличению продуктивности.

При посеве под покров овса в одновидовом посеве на контроле у клевера Солигаличский продуктивность была выше, тогда как на фоне извести по урожайности зеленой массы и сухого вещества выделялся сорт Дымковский. Дополнительное к извести внесение минерального удо-

Таблица 1. Продуктивность и питательная ценность многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в сумме за два укоса (2021–2022 гг.)

Варианты			Урожайность, т/га		Выход корм. ед., тыс./га	Валовой сбор	
			Зеленой массы	Сухого вещества		Белка, кг/га	Обменной энергии, ГДж/га
Беспокровно	Контроль	Кс	35,4	6,79	6,4	966	84,2
		Кд	36,4	7,69	7,3	954	83,1
		Кс+Т	30,0	8,04	7,2	859	75,0
		Кд.+Т	34,0	8,29	7,3	807	85,7
	Известь	Кс	35,9	7,79	7,4	966	84,2
		Кд	41,9	8,67	8,3	1073	93,8
		Кс.+Т	32,4	8,09	7,3	1056	84,5
		Кд.+Т	35,0	8,25	7,3	818	85,6
	Известь + $(NPK)_{30}$	Кс	33,1	7,33	6,9	908	79,2
		Кд	35,8	7,94	7,1	984	85,8
		Кс.+Т	35,6	9,09	8,3	872	93,9
		Кд.+Т	36,6	8,33	7,3	795	84,7
Под покров овса	Контроль	Кс	41,1	7,33	6,9	908	75,9
		Кд	34,7	6,99	6,6	867	82,5
		Кс.+Т	33,5	7,74	6,9	807	84,5
		Кд.+Т	34,1	7,71	6,7	813	74,2
	Известь	Кс	30,3	7,52	7,1	932	81,3
		Кд	32,5	7,89	7,5	979	85,3
		Кс.+Т	31,9	8,15	7,4	899	86,3
		Кд.+Т	28,4	7,42	6,4	836	75,6
	Известь + $(NPK)_{30}$	Кс	33,8	7,48	7,1	987	80,9
		Кд	33,3	7,45	7,1	976	80,3
		Кс.+Т	30,0	7,30	6,5	664	71,1
		Кд.+Т	31,5	7,89	6,9	744	81,7

брения на продуктивность клеверов существенно не повлияло. Неявное влияние извести при обоих способах посева связано с тем, что почва изначально характеризовалась слабокислой реакцией, а небольшая стартовая доза полного минерального удобрения не оказывала влияние на реакцию почвенной среды.

В смешанных посевах как по продуктивности, так и по кормовой ценности при обоих способах посева лучшим вариантом оказался клевер Дымковский + тимофеевка.

Выводы. Таким образом, в результате двухлетних исследований не выявлено явного преимущества ни одного из типов клеверов, ход формирования урожая у них имеет разнонаправленность. Единственное что можно достоверно утверждать, что внесение извести не оказало изначально ожидаемого положительного эффекта в силу слабокислой реакции почвенного раствора. Стартовая доза полного минерального удобрения тоже оказалась неэффективной.

Литература

1. Джумбе А. Создание высокопродуктивных бобовых и бобово-злаковых укосных травостоев в условиях Ленинградской области / А. Джумбе. — Автореферат диссертации кандидата с/х наук. — СПб. — 2011. — 16 с.

2. Голубева О.А., Яковлева К.Е. Продуктивность и питательная ценность фитоценозов с люцерной изменчивой *(Medcago varia Mart.)* в условиях республики Карелия // Кормопроизводство. — 2011. — №4. — С. 36–38.

3. Лиелманис Я.Д. Агротехника клевера в западных и северо-западных районах СССР / Я.Д. Лиелманис, Ф.И. Янсон, А.А. Лацис, и др. — Л.: Колос. — 1969. — 136 с.

4. Грислис С.В. Клевер луговой в современных агрофитоценозах / С.В. Грослис, В.М. Решетников. Кормопроизводство. — 2000. — № 6. — С. 26–27.

5. Зарьянов З.А. Особенности формирования травостоя различных сорто-образцов клевера лугового / З.А. Зарьянов, Н.В. Парахин // Кормопроизводство. — 2001. — № 7. — С. 18–22.

6. Осокин И.В. Динамика урожайности разнопоспевающих сортов клевера лугового первого и второго годов пользования / И.В. Осокин, В.А. Волошин, Е.В. Мальцева // Пермский аграрный вестник. — 2002. — Выпуск VIII, 4.1. — С. 131–136.

7. Волошин В.А. Сорта клевера лугового разной скороспелости в кормо-сырьевом конвейере в условиях Пермской области / В.А. Волошин, Е.В. Мальцева // Кормопроизводство. — 2004. — № 9. — С. 27–31.

8. Чемарова А.С. Продуктивность травяного звена кормового севооборота при покровном и беспокровном посевах озимых и яровых многолетних трав: автореф. дис. канд. с/х наук. — Пермь. — 2009. — 22 с.

9. Мухина Н.А. Клевер красный. — Л.: Колос. — 1971. — 88 с.

10. Авдонин Н.С. Научные основы применения удобрений. — М.: Колос. — 1972. — 320с.

УДК 633,16:632.451(574.2)

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К СЕПТОРИОЗУ НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА

С.А. Бабкенова
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева»
п. Научный, Республика Казахстан
E-mail: s.babkenova@mail.ru

Резюме. *С целью создания исходного материала для селекции на иммунитет к септориозу в 2021 году проведена иммунологическая оценка 251 сортообразца яровой пшеницы. Среди проанализированных 208 образцов яровой мягкой пшеницы выделено низкое количество устойчивых форм — 11 или 5,3%, умеренно устойчивых — 24 или 11,5%. Значительное число устойчивых образцов отмечено среди сортов Международного центра СИММИТ. По яровой твердой пшенице изучено 43 образца, в группу устойчивых отнесен 1, а в группу умеренно устойчивых 31 сортообразец.*

Abstract. *In 2021 immunological evaluation of 251 varieties of spring wheat was carried out in order to create initial material for breeding for immunity to septoria. A low number of resistant forms — 11 or 5.3%, moderately resistant — 24 or 11.5% were identified among the analyzed 208 accessions of spring common wheat. A significant number of resistant accessions were noted among the varieties of the CIMMYT International Center. 43 samples were studied for spring durum wheat. 1 accession is assigned to the group of resistant, and 31 accessions are assigned to the group of moderately resistant*

Введение. Казахстан — это страна с исторически сложившимися сильными сельскохозяйственными традициями, которая обладает мощным потенциалом, чтобы стать ведущим мировым производителем в эру мировой экономической нестабильности, изменения климата и неустойчивой системы ценообразования.

Сейчас, когда цены на нефть снижаются, и проблемы финансового сектора набирают обороты, сельское хозяйство Казахстана считается одним из самых перспективных секторов экономики, который действительно может стать локомотивом на пути экономического развития и придать новый импульс стратегии диверсификации экспорта страны [1].

Пшеница является основным продуктом в 53 странах, в том числе в нашей стране. Основными производителями зерна пшеницы в Казахстане являются Акмолинская, Костанайская и Северо-Казахстанская области. Увеличение валовых сборов зерна должно идти в основном за счет повышения урожайности. Наблюдаемый в отдельные годы значительный недобор урожая вследствие массового развития болезней влечет за собой нестабильность агропромышленного комплекса, вызывая тем самым экономическую и социальную напряженность. К числу эпифитотийно — опасных болезней пшеницы на севере Казахстана относятся септориозные пятнистости, бурая ржавчина. Лидирующее положение по распространенности и вредоносности заняли грибы рода *Septoria,* уверенно потеснившие по этим показателям бурую ржавчину на вторую позицию. Энфитотийное (локальное) развитие отмечается ежегодно, частота эпифитотийного — пять лет из десяти. При этом потери урожая могут составлять от 20 до 45% [2]. Основными факторами, обуславливающими интенсивное развитие септориоза, являются генетическая уязвимость агробиоценоза, высокая агрессивность возбудителей болезни. Сорта яровой пшеницы допущенные к использованию не обладают резистентностью к септориозу. В основном они характеризуются как восприимчивые.

Методы исследования. В качестве объектов исследований были использованы 251 сортообразец различного эколого-географического происхождения. Исследование сортообразцов

на устойчивость к септориозу проведены в условиях искусственного инфекционного фона, согласно методики Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [3]. Посев образцов для иммунологической оценки проводили в оптимальные сроки. Инокуляция растений пшеницы проводили в фазу трубкования растений путем распыления водной суспензии спор патогена, которая при 100 %-ой жизнеспособности должна содержать 10^7 спор/мл, расход суспензии — 100 мл/м^2. Растения заражали в фазу трубкования. Учет проводили по модифицированной шкале Сари-Прескотта [4].

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение материала проводили на искусственном инфекционном фоне (рис. 1). Изучено 208 сортов и перспективных линий мягкой пшеницы местной селекции.

Рисунок 1. Инокуляция растений пшеницы суспензией спор септориоза

Наибольший процент устойчивых и умеренно устойчивых образцов выделен из Международного центра СИММИТ: MERCATO // PARUS/ PASTOR CMSA08WM00138S-050ZTM-050Y-102ZTM-012Y-01B-0WGY, PREMIO/ 3/ KA/ NAC// TRCHCMSA08WM00146S-050ZTM-050Y-28ZTM-012Y-02B-0WGY, DOY1/ AE.SQUARROSA (447)/3/2*KA/NAC// TRCHCMSA09Y00111T-8M-050Y-050BMX-050Y-7BMX-0WGY, DOY1/ AE.SQUARROSA (447)/3/K-A/NAC//TRCH/4/…CMSA09Y00110T-4M-050Y-050BMX-050Y-6BMX-0WGY, PREM-IO/2*B-AVIS CMSA09Y00228S-050M-050Y-050BMX-0NJ-099NJ-3WGY-0B и др. В международном селекционном центре СИММИТ ведется интенсивная селекция на устойчивость к болезням, поэтому образцы, поступившие из этих питомников, представляют большой интерес (рис. 2).

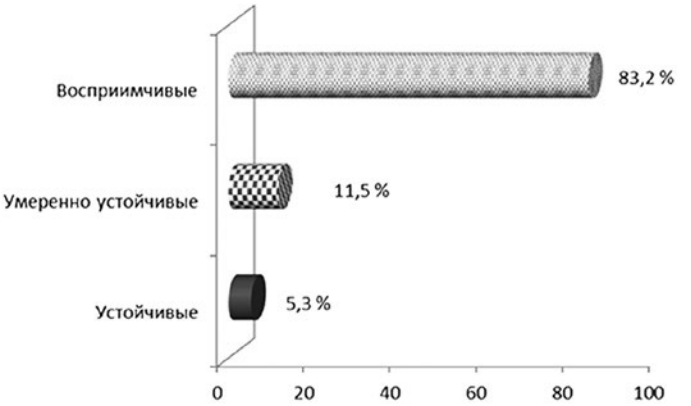


Рис. 2. Дифференциация сортообразцов яровой мягкой пшеницы по степени поражения септориозом, искусственный, инфекционный фон

Определенный интерес для селекции на устойчивость к септориозу представляют некоторые сорта из Беларуси: Софья, Тома, Радуга; из России: Немчиновская 1, Биора 2, Римма; из Австрии: Lucio, Midas и Arnold (таблица 1).

Таблица 1. Результаты полевой оценки сортообразцов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к септориозу

Сорт, линия	Происхождение	Поражение *S. tritici,* балл
Акмола 2, стандарт	НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева	7
Софья	Беларусь	4
Тома	«тоже»	4
Радуга	«»	4
Немчиновская 1	Московская обл.	4
Биора 2	«тоже»	4
Римма	«»	3
Carazinho	Бразилия	4
Lucio	Austria	2
Midas	«тоже»	1
Arnold	«»	1
MERCATO // PARUS/ PASTOR CMSA08WM00138S-050ZTM-050Y-102ZTM-012Y-01B-0WGY	СИММИТ	4
PREMIO/ 3/ KA/ NAC// TRCH CMSA08WM00146S-050ZTM-050Y-28ZTM-012Y-02B-0WGY	«тоже»	4
DOY1/ AE.SQUARROSA (447)/3/2*KA/NAC//TRCH CMSA09Y00111T-8M-050Y-050BMX-050Y-7BMX-0WGY	«»	4
DOY1/ AE.SQUARROSA (447)/3/KA/NAC//TRCH/4/… CMSA09Y00110T-4M-050Y-050BMX-050Y-6BMX-0WGY	«»	4
PREMIO/2*BAVIS CMSA09Y00228S-050M-050Y-050BMX-0NJ-099NJ-3WGY-0B	«»	4
PREMIO/ SOKOLL//WBLL1 CMSA09Y00955S-050Y-16BMX-2Y-02B-0WGY	«»	3
BAVIS/PAURAQ CMSA09M00386S-050ZTM-0NJ-099NJ-10WGY-0B	«»	3
ATTILA/3/URES/PRL//BAV92/4/WBLL1/5/WBLL4//… PTSA09M00067S-050ZTM-050Y-2WGY-0B	«»	2
PBW343*2/KUKUNA// PBW343*2/KUKUNA/6/WBLL1*2/… CMSS09B00357S-099ZTM-099NJ-099NJ-2WGY-0B	«»	2
BECARD/3/ PBW343*2/KUKUNA// PBW343*2/KUKUNA CMSS09B00377S-099M-099Y-2WGY-0B	«»	4
BECARD #1*2/PRL CMSS09B00801S-099TOPY-099M-099Y-10M-0WGY	«»	2
MERCATO/VORB CMSA07WM00076S-050Y-040ZTM-040ZTY-44ZTM-010Y-02B-…	«»	4
PREMIO/JNRB.5/PIFED/3/KA/NAC//TRCH CMSA08YOO308T-050M-050Y-040ZTM-050Y-52BMX-012Y-0B	«»	2
PREMIO/5/TUI//2*SUNCO/SA1166/3/TUI/4/FINSI/… CMSA08YOO314T-050M-050Y-040ZTM-050Y-77BMX-012Y-0B	«»	3
PREMIO/BAVIS CMSA08BMOO143S-050ZTM-050Y-62ZTM-012Y-01B-0RGY	«»	2
PREMIO/BAVIS CMSA08BMOO143S-050ZTM-050Y-120ZTM-012Y-02B-0RGY	«»	2
MERCATO/4/FRAME//MILAN/KAUZ/3/PASTOR/5/… CMSA09Y00193S-050M-050Y-050BMX-0NJ-099NJ-1RGY-0B	«»	3
BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000/11/CROC_1/… CMSA09Y00384T-099B-050Y-050ZTM-050Y-3RGY-0B	«»	3

Сорт, линия	Происхождение	Поражение *S. tritici,* балл
PREMIO/5/CROC_1/ AE.SQUARROSA (205)//BORL95/… CMSA09Y00947S-050Y-22BMX-7Y-02B-0RGY	«»	4
PREMIO/5/KS82W418/SPN/3/CHEN/AE.SQ//2*OPATA… CMSA09Y00954S-050Y-47BMX-5Y-02B-0RGY	«»	4
NGL/4/PFAU/MILAN/3/BABAX/LR42//BABAX CMSA09Y01039S-050Y-5BMX-1Y-0B	«»	4
EUCLIDE/5/ CROC_1/ AE.SQUARROSA (205)//BORL95/… CMSA09Y01051S-050Y-17BMX-7Y-0B	«»	2
SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU*2/4/VORB CMSA09M00228T-050Y-050ZTM-0NJ-099NJ-5RGY-0B	«»	3
MERCATO/OUP. 3065. 2001 CMSA09WM00140S-050Y-050ZTM-3RGY-0B	«»	3
MURGA CMSS93B00686S-12Y-010M-010Y-010M-7Y-1M-0Y-3SJ-0Y-…	«»	2

По результатам скрининга 43 перспективных линий лаборатории селекции яровой твердой пшеницы абсолютной резистентностью характеризовался один образец: 195-12-13 (таблица 2).

Таблица 2. Результаты полевой оценки сортообразцов яровой твердой пшеницы на устойчивость к септориозу

Сорт, линия	Происхождение	Поражение *S. tritici,* балл
Дамсинская 90, стандарт	НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева	7
109-95-1	«то же»	3
186-11-12	«»	3
148-14-7	«»	3
195-12-13	«»	2
148-16-5	«»	3
136-12-1	«»	3
90-90-1	«»	4
94-11-1	«»	4
245-11-14	«»	4
256-12-6	«»	4
128-13-1	«»	3
235-05-14	«»	3
294-97-3	«»	3
298-01-14	«»	4
15-10-4	«»	4
123-03-10	«»	4
13-06-1	«»	4
98-10-2	«»	4
311-07-2	«»	4
189-12-9	«»	3
188-96-5	«»	3
27-07-6	«»	4
156-13-12	«»	4
156-02-1	«»	4
85-04-2	«»	4
400-14-6	«»	4

152-11-9	«»	4
248-07-11	«»	3
241-09-3	«»	3
40-09-15	«»	3
256-13-11	«»	3
121-01-3	«»	3

В категорию умеренно-устойчивых отнесены 31 линия: 109-95-1, 186-11-12, 148-14-7, 195-12-13, 148-16-5 и др., остальные 11 номеров вошли в группу восприимчивых (рис. 3).

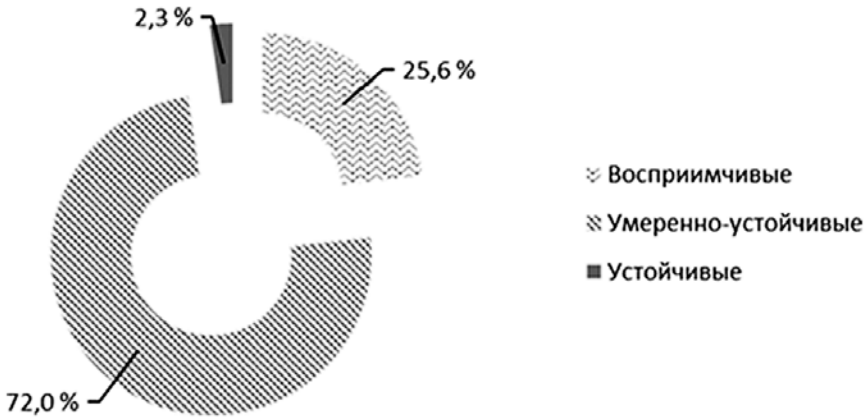


Рис. 3. Дифференциация сортообразцов яровой твердой пшеницы по степени поражения септориозом, искусственный, инфекционный фон

Выводы. В результате иммунологической оценки устойчивости к возбудителю септориоза сортообразцов яровой пшеницы из разных эколого-географических групп выявлен различный уровень устойчивости к болезни. Среди проанализированных 208 образцов яровой мягкой пшеницы выделено низкое количество устойчивых форм — 11 или 5,3 %, умеренно устойчивых — 24 или 11,5 %. Значительное число устойчивых образцов отмечено среди сортов Международного центра СИММИТ. По яровой твердой пшенице изучено 43 образца, в группу устойчивых отнесен 1, а в группу умеренно устойчивых 31 сортообразец. Наиболее ценные формы будут включены в селекционную программу для создания сортов яровой пшеницы устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10765056)

Литература

1. URL:http://agrotnk.kz/press-tsentr/novosti-tnk/1268/
2. Судникова В.П., Плахотник В.В., Зеленева Ю.В. К вопросу о селекции сортов яровой пшеницы на устойчивость к септориозу (Septoria tritici Rob et Desm) в условиях ЦЧР // Аграрный вестник Юго-Востока. — № 1 (4). — 2010 г. — С. 29–31.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — Алматы. — 2002. — С. 270–272.
4. Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу: Методические рекомендации. — Москва. — 2017. —56 с.

УДК 633.111«324»:631[527:559]

ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ

А.С. Будько
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию»
ул. Тимирязева, д. 1, г. Жодино, Минская обл.,
222164, Республика Беларусь
e-mail: npz@izis.by
E-mail: oz.pszeniza@mail.ru

Резюме. *Представлены результаты по изучению влияния условий произрастания на формирование элементов структуры урожая перспективных сортообразцов пшеницы мягкой озимой. Проведена оценка уровня их экологической пластичности и стабильности. Выделены лучшие генотипы для включения в гибридные комбинации.*

Abstract. *The results of studying the influence of growing conditions on the formation of elements of the crop structure of promising varieties of soft winter wheat are presented. The assessment of the level of their ecological plasticity and stability was carried out. The best genotypes for inclusion in hybrid combinations have been identified.*

Направление селекции пшеницы мягкой озимой на экологическую пластичность приобретает особое значение в решении вопросов адаптации культуры к возрастающим изменениям климата. Высокоадаптированные сорта характеризуются стабильной и высокой урожайностью в различных условиях произрастания. Средняя реакция сорта на изменение условий отражает уровень экологической пластичности, а отклонение эмпирических данных в каждой среде от средней реакции показывает его стабильность.

Создание сортов с оптимальными параметрами, которые обеспечат стабильную реализацию продуктивного потенциала с умеренной реакцией на ухудшение условий выращивания, остается приоритетной задачей.

Испытание сортообразцов в различных условиях позволяет получить информацию об особенностях реакции генотипов на изменение среды.

В роли факторов «условия» могут выступать: годы исследований, местность, дозы удобрения, густота стояния растений, сроки посева и др.

Изучение генетических дивергенций исходного материала в различных условиях среды произрастания открывает возможности для создания новых сортов с повышенной экологической пластичностью и стабильностью, рассчитанные на максимальную реализацию потенциала продуктивности и качества зерна.

Целью наших исследований, в данном ключе, было оценить экологическую пластичность и стабильность перспективных сортообразцов пшеницы мягкой озимой по элементам структуры урожая и выделить лучшие генотипы для включения в селекционные программы.

Исследования проводились в 2016–2019 гг. на экспериментально-селекционных полях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию». Объектом исследований служили перспективные сортообразцы пшеницы мягкой озимой конкурсного сортоиспытания, возделываемые на двух фонах. В качестве контроля (к) выступал включенный в Госреестр сортов Республики Беларусь сорт пшеницы мягкой озимой Элегия. Предшественник — рапс озимый на семена.

Почва экспериментального поля дерново-подзолистая, супесчаная по гранулометрическому составу, развивающаяся на водно-ледниковых связных песчанисто-пылеватых супесях, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м.

Опыты планировались согласно схеме чередования сельскохозяйственных растений в селекционном севообороте. Сев пшеницы мягкой озимой проводили высококачественными се-

менами в I декаде сентября с нормой высева 4,0 млн всхожих семян на гектар сеялкой TRM методом рендомизированных блоков в трехкратной повторности с учетной площадью делянки 10 м². В соответствии со схемой опыта посевной материал обрабатывали протравителем Баритон, КС в норме 1,5 л/т. Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносили из расчета 75 кг/га действующего вещества (д. в.), калийные (хлористый калий) — 120 кг/га д. в.

Азотные удобрения (карбамид) вносили в виде двух подкормок (фон I): первая — при возобновлении весенней вегетации пшеницы мягкой озимой 60 кг/га д. в., вторая — в фазу конец кущения — начало выхода в трубку — 50 кг/га д. в. Дополнительно третья подкормка (фон II) проводилась перед появлением флагового листа в дозе 40 кг/га д. в.

Для защиты посевов пшеницы мягкой озимой от сорной растительности применяли гербицид Алистер гранд, МД (в фазе ДК 21–29) в норме 0,7 л/га. Фунгицидную обработку посевов проводили препаратом Зантара, КЭ с нормой расхода 0,8 л/га (в фазе ДК 37–39). На втором фоне половинную норму (0,2 л/га) ретарданта Моддус, КЭ вносили в фазу ДК 30–31. Для защиты колоса от болезней использовали фунгицид Прозаро, КЭ, опрыскивание проводили (ДК 61– 63) с нормой расхода препарата 0,8 л/га.

За время активной вегетации осеннего периода в годы проведения исследований растения пшеницы мягкой озимой получили 511–637 °С суммы активных температур, что на 43–70 % выше климатической нормы. За этот период в 2016 г. осадков выпало на уровне климатической нормы. В 2017 г. — на 39 % выше нормы, а в 2018 г лишь 60% от нормы. Условия перезимовки были достаточно благоприятными. Самыми холодными периодами были I декада января 2017 года (–11,6 °С) и III декада февраля 2018 года (–13,4 °С). Период покоя длился 110–120 дней. Активная вегетация возобновлялась в апреле, когда среднесуточная температура превышала +5 °С.

Погодные условия 2017 г. выдались умеренно теплыми. Среднесуточная температура воздуха за весенне-летний период вегетации (апрель–июль) 12,6 °С, при норме 13,6 °С. В сумме, атмосферных осадков за этот период выпало в пределах 265,5 мм, данный уровень приближался к многолетним значениям и составил 91% от нормы. Характер выпадения осадков был неравномерным, наибольшее их количество выпало III декаду апреля — I декаду мая (218 % к норме). В летний период основная доля осадков пришлась на II–III декады июня (65 % от нормы) и II–III декады июля (152%).

Весенний период 2018 г. выдался очень теплым и сухим. Температура воздуха во все декады была выше климатической нормы на 2–6 °С. Апрельская и майская засуха крайне негативно отразилась на посевах озимой пшеницы, гидротермический коэффициент составил всего 0,64 и 0,19 соответственно. Улучшению условий вегетации способствовали дожди (27–24% от нормы), прошедшие в I и II декады июня, а также избыточное количество осадков в I и II декадах июля (136–189% от нормы) при средней температуре воздуха +17–19 °С.

Условия вегетации 2019 года отличились нестабильностью распределения тепла и осадков по декадам. Погода в апреле была сухой, количество осадков за месяц составило всего 0,6 мм, при превышении нормы среднесуточных температур на 2 °С. Апрельская засуха прекратилась с выпадением осадков в I декаде мая в количестве 330% от нормы, однако в дальнейшем, сильных дождей не наблюдалось, вплоть до II декады июня. Начиная со II декады мая и до конца июля установилась жаркая погода с небольшим количеством осадков. Воздух прогревался в среднем на 2,5–6 °С выше нормы с количеством осадков, не превышающим 50 % от нормы.

Определение всхожести семян в поле, а также выживаемость и сохраняемость растений пшеницы мягкой озимой выполнялось по методике учета растений на закрепленных площадках с площадью 0,5 м². Анализ структуры урожая выполнялся по методу снопового анализа после ручной уборки всех растений на закреплённых делянках.

Параметры экологической пластичности и стабильности рассчитывались по методике S.A. Eberhart, W.A. Rassell [1]. Методика основана на вычислении коэффициента линейной регрессии bi (экологическая пластичность) и среднего квадратического отклонения от линии регрессии (Si^2) стабильность проявления признака. Для вычисления коэффициента линейной

регрессии определялся индексы условий среды (I_j), который характеризует изменчивость условий, в которых произрастал сортообразец.

Чем выше значение bi, тем генотип более чувствителен к изменениям условий произрастания. Если коэффициент регрессии приближается к единице, то существует реакция на изменения условий среды.

Значение bi выше единицы указывает на снижение показателя признака вследствии воздействия неблагоприятных факторов. Нулевое или близкое к нулю значение bi указывает на то, что генотип не реагирует на изменения условий выращивания.

Варианса стабильности пластичности (Si^2) показывает степень соответствия селекционной оценки сортообразца по уровню пластичности, которую оценили по коэффициенту регрессии (bi). Чем ближе Si^2 к нулю, тем меньше отличаются эмпирические значения от теоретических. Наибольшей ценностью обладают генотипы с высоким значением пластичности и низким значением стабильности.

Стабильность проявления признака определяется при низких коэффициентах регрессии (пластичности) и низких колебаниях их по вариансе стабильности.

В таблице 1 представлены расчеты параметров экологической пластичности и стабильности по продуктивности (масса зерна) растения сортообразцов пшеницы мягкой озимой.

Таблица 1. Продуктивность пшеницы мягкой озимой и параметры экологической пластичности и стабильности

Сортообразец	Масса зерна с растения, г						bi	Si^2
	2017 год		2018 год		2019 год			
	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II		
Элегия (К)	3,49	3,59	2,13	2,18	2,31	2,38	1,07	0,02
1372	3,42	3,81	2,06	2,40	2,13	1,94	1,26	0,03
1339-1-1	3,73	3,64	1,98	2,46	2,48	2,31	1,16	0,03
1385	3,46	3,69	2,10	2,33	2,39	2,28	1,10	0,01
1172-3-2	3,46	3,56	2,09	2,30	2,45	2,40	1,01	0,02
1172-3-1	2,96	3,68	2,57	2,98	2,21	2,92	0,63	0,11
1228-4-1	3,40	3,62	2,59	2,73	2,67	2,85	0,68	0,00
1228-4-2	3,50	3,79	2,01	2,41	2,13	2,32	1,23	0,00
1391	3,69	3,65	2,34	2,73	2,32	2,35	1,04	0,02
1338-1-1	3,34	3,77	2,21	2,66	2,22	2,38	1,04	0,01
1202-1	3,63	3,57	2,38	2,68	2,22	2,38	1,00	0,02
1209-2-1	3,43	3,74	2,09	2,67	2,35	2,46	1,04	0,01
1202-2	3,29	3,25	2,25	2,24	2,13	2,65	0,80	0,04
1128-4-11	3,43	3,69	2,06	2,36	2,29	2,72	1,04	0,03
1328-2-3	3,48	3,39	2,40	2,58	2,16	2,28	0,90	0,03
I_j индекс среды	0,69	0,87	–0,54	–0,24	–0,46	–0,32	–	–
$НСР_{05}$	генотип — 0,12; год — 0,05; фон — 0,04						–	–

Как следует из данных таблицы 1, наибольшей реакцией на изменение условий произрастания отличились сортообразцы пшеницы мягкой озимой № 1372 (bi = 1,26) и № 1228-4-2 (bi = 1,23). Наиболее низкая варианса стабильности отмечена у сортообразцов № 1228-4-1, № 1228-4-2, (Si^2 = 0,00), а также № 1385, №1338-1-1 и №1209-2-1 (Si^2 = 0,01). Сортообразец №1228-4-1 проявил стабильно высокую продуктивность в контрастных условиях произрастания (bi = 0,68; Si^2 = 0,00).

Наилучшие условия для проявления высокой продуктивности сложились в 2017 г., индекс условий среды находился в пределах I_j = 0,69–0,87, в зависимости от фона. За годы исследований наиболее неблагоприятные условия сложились в 2018 г. на фоне I (I_j = −0,54).

Положительные значения индекса формируются благодаря более полной реализации по-

тенциальных возможностей генотипов в благоприятных условиях, и, в свою очередь, высокие отрицательные индексы свидетельствуют о низкой реализации потенциала вследствие ухудшения условий [2].

Расчеты экологической пластичности и стабильности по продуктивной кустистости пшеницы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Продуктивная кустистость пшеницы мягкой озимой и параметры экологической пластичности и стабильности

Сортообразец	Продуктивная кустистость, шт.						bi	Si^2
	2017 год		2018 год		2019 год			
	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II		
Элегия (К)	2,11	2,04	1,48	1,40	1,98	2,15	1,69	0,009
1372	1,99	2,14	1,44	1,58	1,89	1,72	1,18	0,023
1339-1-1	2,28	2,20	1,48	1,67	2,19	1,86	1,51	0,032
1385	2,09	2,18	1,58	1,66	1,87	1,98	1,16	0,010
1172-3-2	1,90	1,86	1,48	1,60	1,92	1,96	1,02	0,002
1172-3-1	1,65	1,91	1,75	1,94	1,91	2,21	0,28	0,042
1228-4-1	1,89	1,87	1,83	1,85	1,95	2,12	0,33	0,009
1228-4-2	1,97	2,06	1,55	1,71	1,90	1,91	0,94	0,004
1391	1,95	1,90	1,76	1,75	2,03	1,98	0,54	0,004
1338-1-1	2,17	2,28	1,57	1,70	1,87	2,14	1,38	0,015
1202-1	2,10	2,03	1,75	1,87	2,06	2,11	0,74	0,002
1209-2-1	2,11	2,17	1,72	1,85	1,97	2,19	0,94	0,005
1202-2	2,10	2,03	1,49	1,48	2,12	2,12	1,61	0,007
1128-4-11	2,07	2,14	1,53	1,64	2,08	2,11	1,41	0,000
1328-2-3	1,94	1,87	1,89	1,88	2,10	2,07	0,27	0,010
I_j индекс среды	0,12	0,14	–0,28	–0,20	0,09	0,14	–	–
$НСР_{05}$	генотип — 0,11; год — 0,05; фон — 0,04						–	–

Наибольшей пластичностью по показателю продуктивная кустистость характеризовались: Элегия (bi = 1,69), сортообразец № 1202-2 (bi = 1,61) и № 1339-1-1 (bi = 1,51). По низкому показателю «варианса стабильности» выделены сортообразцы № 1128-4-11, № 1202-1 и 1172-3-2 (Si^2 = 0,000–0,002). Высокой густотой продуктивного стеблестоя и стабильностью проявления данного признака в изменяющихся условиях произрастания отличились генотипы № 1202-1 (bi = 0,74; Si^2 = 0,002) и № 1209-2-1 (bi = 0,94; Si^2 = 0,005).

Самые благоприятные условия для формирования высокой густоты стояния продуктивного стеблестоя сложились в 2017 и 2019 гг., индекс условий среды принимал положительные значения и изменялся в пределах от I_j = 0,12 до I_j = 0,14 (таблица 2).

Показатели количества зерен в колосе сортообразцов пшеницы мягкой озимой представлены в таблице 3.

Таблица 3. Количество зерен в колосе пшеницы мягкой озимой и параметры экологической пластичности и стабильности

Сортообразец	Количество зерен в колосе, шт.						bi	Si^2
	2017 год		2018 год		2019 год			
	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II		
Элегия (К)	30,6	32,1	29,5	29,7	32,4	33,8	0,78	0,89
1372	30,6	31,3	29,6	29,3	34,0	29,3	0,38	3,48

Сортообразец	Количество зерен в колосе, шт.						bi	Si^2
	2017 год		2018 год		2019 год			
	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II		
1339-1-1	29,4	29,7	26,4	29,4	34,5	32,9	1,13	4,80
1385	29,2	29,5	26,3	27,3	30,4	31,4	0,96	0,46
1172-3-2	34,9	35,1	28,1	28,5	33,4	33,7	1,57	1,69
1172-3-1	32,8	34,2	28,8	30,9	33,5	34,1	1,13	0,10
1228-4-1	33,2	34,3	28,7	29,7	31,1	35,2	1,27	1,44
1228-4-2	33,9	34,4	28,8	31,6	30,6	30,7	0,65	3,82
1391	34,5	34,6	26,7	29,8	31,3	32,4	1,41	2,59
1338-1-1	29,1	30,8	27,9	31,9	28,0	31,6	0,28	3,63
1202-1	32,6	32,9	27,1	28,6	31,8	33,8	1,41	0,20
1209-2-1	30,7	31,3	27,1	29,2	32,1	34,4	1,23	1,14
1202-2	30,3	30,6	30,8	31,1	31,3	33,7	0,25	1,62
1128-4-11	32,2	33,4	30,8	30,3	35,3	34,5	0,87	1,66
1328-2-3	34,1	34	25,8	27,4	30,8	32,3	1,68	2,52
I_j индекс среды	0,68	1,35	–3,04	–1,55	0,84	1,72	–	–
$НСР_{05}$	генотип — 1,79; год — 1,03; фон — 0,46						–	–

Согласно данным таблицы 3, высокую пластичность по количеству зерен в колосе проявили сортообразцы № 1328-2-3 (bi = 1,68) и № 1172-3-2 (bi = 1,57). Низкая варианса стабильности отмечена у сортообразцов № 1172-3-1 (Si^2 = 0,10), № 1202-1 (Si^2 = 0,20) и № 1385 (Si^2 = 0,46). Наибольшую стабильность формирования максимального количества зерен в колосе проявил сортообразец № 1172-3-1 (bi = 1,13; Si^2 = 0,10).

Самые благоприятные условия для высокой озерненности колоса сложились в 2019 г., в зависимости от фона индекс условий среды изменялся в пределах от I_j = 0,84 до I_j = 1,72. Условия 2017 г. также были благоприятны, однако несколько уступали 2019 году.

Выводы. По итогам проведенных исследований методом оценки экологической пластичности и стабильности определена средняя реакция перспективных сортообразцов пшеницы мягкой озимой на изменение условий произрастания. Установлено, что наиболее неблагоприятные условия для роста и развития растений пшеницы складывались в 2018 г., что подтверждается отрицательными значениями индекса условий среды.

Выделены ценные генотипы по показателям: продуктивность (масса зерна) растения, продуктивная кустистость, количество зерен в колосе.

Наибольшую продуктивность и стабильность проявления признака в изменяющихся условиях показал сортообразец № 1228-4-1. Высокой густотой продуктивного стеблестоя и стабильностью проявления высокого уровня в контрастных условиях произрастания отличились сортообразцы № 1202-1 и № 1209-2-1. Сортообразец № 1172-3-1 проявил высокую стабильность по формированию максимального количества зерен в колосе.

Литература

1. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop Sci. — 1966. — V. 6. — №1. — P. 36–40.

2. Будько, А. С. Изменчивость высоты растений у сортообразцов пшеницы мягкой озимой / А. С. Будько // Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию, Жодино, 07–08 июля 2022 года. — Жодино: УП «ИВЦ Минфина». — 2022. — С. 200–203.

УДК 634.1:631.52:634.232

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И УСТОЙЧИВОСТИ К БИО- И АБИОСТРЕССОРАМ СРЕДЫ НОВЫХ СОРТОВ ЧЕРЕШНИ ДАГЕСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Б. М. Гусейнова[1], М. Д. Абдулгамидов[2]

[1]ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, мкр. Научный городок, ул. Абдуразака Шахбанова, д. 30

E-mail: batuch@yandex.ru

[2]ФГБНУ «Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур» — филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 368220, Республика Дагестан, г. Буйнакск, ул. Ломоносова, д. 105

E-mail: abdulgamidov1963@mail.ru

Резюме. *Представлена характеристика хозяйственно-биологических свойств восьми новых сортов черешни дагестанской селекции: Память Покровской, Буйнакская черная, Марал, Элитная форма 129/1, Ленинградская гвардейская, Долорес, Жемчужная и Поздняя Лермонтова. Определено, что все изучаемые сорта черешни, кроме сорта Память Покровской, характеризуются значительным содержанием в плодах растворимых сухих веществ (13,7-17,9%), сахаров (10,1-13,2%) и кислот (0,40-1,12%). Сорта Поздняя Лермонтова, Марал и Долорес высокоустойчивы к весенним заморозкам — подмерзание цветков не превышало 17,5%. Плоды черешни Буйнакская черная, Марал, Элитная форма 129/1, Жемчужная и Поздняя Лермонтова наиболее устойчивы к растрескиванию (от 8,0 до 18,0%) в процессе созревания при высокой влажности воздуха. Новые селекционные сорта мало восприимчивы к коккомикозу и монилиальному ожогу, но Ленинградская гвардейская и Долорес отличились низкой устойчивостью к монилиальной гнили плодов (поражение 21-23%).*

Abstract. *The article presents the economic and biological characteristics of eight new varieties of cherries of dagestan selection: Pamyat' Pokrovskoj, Bujnakskaya chernaya, Maral, Elitnaya forma 129/1, Leningradskaya gvardejskaya, Dolores, ZHemchuzhnaya and Pozdnyaya Lermontova. It was determined that all the cherry varieties studied, except for the Pamyat' Pokrovskoj variety, are characterized by a significant content of soluble dry substances (13,7-17,9%), sugars (10.1-13.2%) and acids (0.40-1.12%) in the fruits. Varieties Pozdnyaya Lermontova, Maral and Dolores are highly resistant to spring frosts — the freezing of flowers did not exceed 17.5%. Cherry fruits Bujnakskaya chernaya, Maral, Elitnaya forma 129/1, ZHemchuzhnaya and Pozdnyaya Lermontova are the most resistant to cracking (from 8.0 to 18.0%) during ripening at high air humidity. New breeding varieties are little susceptible to fungal diseases of coccomycosis and monilial burn, but the Leningradskaya gvardejskaya and Dolores were distinguished by low resistance to monilial rot of fruits (21-23% lesion).*

В решении проблемы обеспечения населения страны качественной отечественной фруктово-ягодной продукцией в необходимых объемах и ассортименте центральное место принадлежит селекции, созданию и использованию новых сортов садовых культур с улучшенным биохимическим составом плодов, повышенной адаптивностью к абиотическим и биотическим стрессорам среды, высокой продуктивностью и товарными качествами, а также созданию и выделению ценных доноров и ген-источников для селекции, которые должны быть основаны на максимально возможном раскрытии биотического потенциала сорта [1-5]. Необходимость постоянного совершенствования сортимента садовых культур обусловлена изменениями климата, социальных условий и новых требований производства к сорту. Вклад сортов плодовых культур в улучшение качества и увеличение количества урожая может достигать 50-80% и поэтому роль селекци в этом направлении будет непрерывно возрастать. Одной из важных задач в настоящее время является создание сортов, пригодных для интенсивного садоводства, превосходящих по хозяйственно-биологическим признакам существующий сортимент.

Как известно к абиотическим стрессорам среды относятся возвратные весенние заморозки, обильные осадки в период вегетации и созревания, суховеи и высокие температуры во время цветения, вызывающие повреждения репродуктивных органов, способствующие распространению плодовой гнили, и как следствие, приводящие к снижению урожая. Садоводам в настоящее время приходится принимать во внимание и стрессовые природные факторы, обусловленные происходящими глобальными климатическими изменениями [6, 7]. По прогнозам ученых, в перспективе вероятно повышение средней температуры воздуха на 1,5–2,7 °С [6, 8], что может привести к сдвигу годичного ритма развития и нарушению продукционного процесса у плодовых культур [9]. Доля влияния погодных условий на продуктивность плодовых культур составляет около 50 % [10], биологических особенностей сорта — 40 %, антропогенных факторов — 10 % [11].

На сегодняшний день в результате эффективной селекционной работы ученных Дагестанской селекционной опытной станции плодовых культур (ФГБНУ ДСОСПК) выведены и созданы 36 гибридных форм и 26 селекционных сортов черешни для формирования промышленного сортимента Республики Дагестан и Северо-Кавказского региона.

Цель работы — на основе многолетних наблюдений и исследований дать оценку новым сортам черешни дагестанской селекции по ценным хозяйственно-биологическим признакам и показателям адаптивности, а также выявить наиболее перспективные сорта для представления на Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону и промышленного использования в условиях Дагестана.

Объекты и методы. Исследования проводились в 2015–2022 гг. в условиях центральной предгорной провинции Дагестана в экспериментальных насаждениях ФГБНУ «Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур» (ФГБНУ ДСОСПК) (г. Буйнакск) согласно программе и методике сортоизучения плодовых культур. Сад посадки 2002 года, деревья полного периода плодоношения. Объектами исследования служили 8 новых перспективных сортов черешни селекции ДСОСПК: Память Покровской, Буйнакская черная, Марал, Элитная форма 129/1, Ленинградская Гвардейская, Долорес, Жемчужная и Поздняя Лермонтова. Схема посадки черешни 6 x 5 м. Подвой — антипка. Каждый опытный сортообразец представлен 5–7 деревьями.

Состав и количественное содержание биохимических компонентов в плодах черешни оценивали по показателям: содержание растворимых сухих веществ — ГОСТ ISO 2173-2013, массовая концентрация сахаров — ГОСТ 8756.13-87, титруемая кислотность — ГОСТ ISO 750-2013 и витамина С (аскорбиновая кислота) — ГОСТ 24556-89.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методами математической статистики с помощью пакета программ SPSS 12.0 для Windows.

Результаты и обсуждение. Получение высоких урожаев и плодов хорошего качества находится в прямой зависимости от устойчивости сортов к неблагоприятным природно-климатическим условиям среды выращивания. Установлено, что устойчивостью к подмерзанию цветков из-за весенних возвратных заморозков (до t = –2,0 °С) в фазе цветения отличились сорта Поздняя Лермонтова, Марал и Долорес. У них степень подмерзания цветков не превышала 18 %. Самую высокую устойчивость к повреждению цветков весенними заморозками проявил сорт Поздняя Лермонтова (5 %). Большое подмерзание цветков (21,0–23,0 %) было у сортов Жемчужная и Ленинградская Гвардейская, а также у Элитной формы 129/1 (табл. 1).

Таблица 1. Устойчивость сортов черешни к воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды выращивания (2015–2022 гг.)

Сорт	Подмерзание цветков заморозками в фазе цветения, % (t = 2,0 °С)	Степень растрескивания плодов в период созревания при высокой влажности, %	Степень поражения плодов болезнями		
			коккомикоз, балл	монилиальный ожог, балл	монилиальная плодовая гниль, %
Память Покровской	18,6	22,1	0,7	0,6	5

Жемчужная	22,5	18,0	1,4	0,9	9
Марал	15,5	7,5	0,7	0,6	13
Буйнакская черная	19,0	15,0	0,9	0,5	14
Элитная форма 129/1	21,0	8,5	0,7	0,8	10
Ленинградская Гвардейская	23,0	24,2	0,9	1,1	23
Долорес	17,5	22,4	0,6	0,6	21
Поздняя Лермонтова	5,0	8,0	1,0	0,8	15

Среднее значение показателя растрескивания плодов в процессе созревания при высокой влажности воздуха для сортов черешни селекции ДСОСПК составило 15,7 %, при этом отмечен значительный размах варьирования (31,0 %) — от 7,5 (сорт Марал) до 24,2 % (сорт Ленинградская Гвардейская) (табл. 1).

Существенное влияние на общее состояние растений черешни, а также на продуктивность и качество плодов, наряду с абиотическими факторами среды, оказывают также и биотические факторы среды, в числе которых наиболее распространенными и вредоносными для черешни, при условии высокой влажности воздуха, являются грибковые заболевания — коккомикоз и монилиоз.

Как видно из таблицы 1, все исследованные сорта черешни отличаются высокой устойчивостью к коккомикозу. Интенсивность развития коккомикоза у черешни дагестанской селекции не превышала 1,4 балла. Хорошую устойчивость к этому заболеванию проявили сорта: Долорес, Память Покровской, Марал и элитная форма 129/1, у которых степень поражения плодов составила 0,6-0,7 балла. Кроме того, новые сорта проявили устойчивость к монилиальному ожогу — степень поражения плодов варьировалась в пределах 0,5 (сорт Буйнакская черная) — 1,1 балл (сорт Ленинградская гвардейская). Новые селекционные сорта — Память Покровской, Жемчужная и Элитная форма 129/1, характеризовались и высокой сопротивляемостью к поражению плодов монилиальной гнилью, при этом средний процент поражения составил 8,0 %. Малой устойчивостью плодов к поражению монилиальной гнилью отличились сорта Ленинградская Гвардейская и Долорес — процент поражения 21-23 % (табл. 1).

Концентрация растворимых сухих веществ (РСВ), которая является важнейшим технологическим показателем, определяющим вкусовые качества плодов и продуктов их переработки, в новых сортах черешни селекции ДСОСПК колеблется от 11,2 (Память Покровской) до 17,9 % (Ленинградская гвардейская), при среднем значении данного показателя для анализируемого сортимента — 14,9 %. Основная часть РСВ приходится на сахара, определяющие вкусовые свойства плодов, являющиеся источником энергии. Наибольшее накопление сахаров, за годы проведения исследований, было определено в плодах сортов Ленинградская гвардейская (13,2 %), Долорес (12,5 %) и Поздняя Лермонтова (11,9 %). Тируемые кислоты, влияющие на вкус и питательную ценность черешни, также характеризуют её качество. Все изучаемые сорта, за исключением Память Покровской и Жемчужная, по содержанию титруемых кислот, отнесены к группе со средней кислотностью (0,5-1,9 %). Значительным количеством кислот (0,87-1,12 %) отличились сорта Ленинградская гвардейская и Долорес. Содержание витамина С в плодах черешни дагестанской селекции варьировалось в широких пределах 4,52 (Память Покровской) — 9,44 мг % (Буйнакская черная), что свидетельствует о значительной зависимости этого показателя от сортовой специфики. Высокая концентрация аскорбиновой кислоты, наряду с сортом Буйнакская черная, определена у сортов Марал (9,12 мг %), Ленинградская гвардейская (8,95 мг %) и Долорес (8,85 мг %).

Выводы. Новые сорта черешни селекции ДСОСПК отличаются значительной морозостойкостью (в среднем степень подмерзания цветков в фазе цветения весенними возвратными заморозками не превышала 17,8 %), низкой восприимчивостью к грибковым болезням (коккомикозу и монилиозу), степень развития которых оценена менее чем на 1,4 балла. Лучшими среди изучаемых сортов по содержанию растворимых сухих веществ (15,8-17,9 %) и сахаров (11,9-

13,2 %) оказались сорта Ленинградская гвардейская, Долорес и Поздняя Лермонтова. Массовая концентрация тируемых кислот у исследованного сортимента черешни составила 0,34 (Память Покровской) — 1,12 % (Ленинградская гвардейская). Наилучшую способность к формированию в плодах витамина С проявили сорта Долорес (8,85 мг %), Ленинградская гвардейская (8,95 мг %), Марал (9,12 мг %) и Буйнакская черная (9,44 мг %).

Литература

1. Причко Т.Г., Чалая Л.Д., Алёхина Е.М. Биологические особенности и химический состав плодов черешни районированных в Краснодарском крае сортов //Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. — 2014. — № 1. — С. 62-65.

2. Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д. Хозяйственно ценные признаки и товарно-потребительские свойства новых сортов и гибридных форм черешни в условиях Дагестана // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2022. — № 23(5). — С.685-696. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.685-696.

3. Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д., Мусаева Р.Т. Товарно-потребительские показатели качества и хозяйственно-ценные признаки интродуцированных сортов черешни разных сроков созревания, культивируемых в предгорной плодовой зоне Дагестана //Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2022. — № 17(66). — С. 14-21. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-12-19.

4. Serradilla M.J., Martín A., Ruiz-Moyano S., Hernández A., López-Corrales M., Córdoba M.G. Physicochemical and sensorial characterisation of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain) //Food Chemistry. — 2012. — Vol. 133. — pp.1551–1559.

5. Алехина Е.М. Селекционная оценка сортоформ черешни по комплексу хозяйственно-ценных признаков //Плодоводство и виноградарство Юга России. — 2019. — № 57. — С. 18–28. http://journalkubansad.ru/pdf/19/03/02.pdf

6. Бондаренко Л.В., Маслова О.В., Белкина А.В., Сухарева К.В. Глобальное изменение климата и его последствия //Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. — 2018. — № 2(98). — С.84-93. DOI: 10.21686/2413-2829-2018-2-84-93.

7. Campoy J., Ruiz D., Egea J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: a review //Scientia Horticulturae. — 2011. — Vol. 130. — No.2. — pp.357-372. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.07.011.

8. Luedeling E. Climate change impacts on winter chill for temperate fruit and nut production: a review //Scientia Horticulturae. — 2012. — Vol.144. — pp.218-229. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.07.011.

9. Else M., Atkinson C. Climate change impacts on UK top and soft fruit production //Outlook on Agriculture. — 2010. — Vol. 39. — pp.257-262. DOI:10.5367/oa.2010.0014.

10. Ожерельева З.Е., Гуляева А.А. Влияние заморозков на устойчивость генеративных органов вишни в период цветения //Современное садоводство. — 2015. — № 3(15). — С. 45–51.

11. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Можар Н.В., Моренец А.С. К расшифровке механизма взаимодействия генотип-среда в условиях изменения климата для плодовых культур на юге России //Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2018. — Т.72. — С.142–148. DOI: 10.21515/1999-1703-72-142-148.

УДК 631.527/633.16

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ФГБНУ «ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО ФАНЦ»

Д.В. Забалуева[1], Е.Ю. Семенова[1], Л.М. Ерошенко[2]

ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»

Владимирская обл., Суздальский район, пос. Новый, ул. Центральная, 3

E-mail: zabalueva.d@bk.ru

[1]ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»
143026 Московская обл., Одинцовский р-н, г. п. Новоивановское,
ул. Агрохимиков, 6

Резюме. *Показаны результаты по селекции ярового ячменя в условиях ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» за 2020–2022 гг. Приведено описание погодных условий вегетационного периода за три года и их влияние на формирование элементов продуктивности и урожая ярового ячменя. Условия 2020–2022 гг. показывают увеличение засушливости в течение вегетационного периода ярового ячменя. Исходя из полученных данных, наиболее неблагоприятным годом для ячменя оказался 2022 год. Засушливый период здесь растянулся от кущения до уборки ячменя, охватив все критические фазы потребления влаги. В результате этого растения плохо раскустились, снизилось количество колосков в колосе и озерненность и урожайность. В жестких условиях был отобран наиболее стрессоустойчивый материал по комплексу хозяйственно-полезных признаков. По структуре урожая видно снижение всех элементов продуктивности, средняя урожайность по питомнику уменьшилась на 20-25% с 4,10 до 2,41 т/га. За несколько лет изучения в КСИ выделено 4 перспективные линии 135/2-13h1068 (Kristaps×Надежный), 10/4-16h1228 (Chees×Яромир), 40/2-16h1290 (Despina×140/6-09h745), 130/1-16h739 (52/1-00h1964×Dgenouva) со средней урожайностью за 2020–2022 гг. 3,26–3,60 т/га. Стандартом в питомнике КСИ принят сорт ячменя Надежный. 135/2-13h1068 (Kristaps×Надежный) является наиболее стрессоустойчивой и стабильной по урожайности. Планируется дальнейшее изучение всех линий в питомнике КСИ с возможной закладкой питомников малого размножения по результатам 2023 года.*

Resume. *The results of the breeding of spring barley in the conditions of the FGBNU Verkhnevolzhsky FANC for 2020-2022 are shown. The description of the weather conditions of the growing season for three years and their influence on the formation of the elements of productivity and yield of spring barley is given. The conditions of 2020-2022 show an increase in aridity during the growing season of spring barley. Based on their data, the most unfavorable year for barley was 2022. The dry period here stretched from tillering to harvesting barley, covering all critical phases of moisture consumption. As a result of this, the plants did not bloom well, the number of spikelets in the ear and the water content and yield decreased. In harsh conditions, the most stress-resistant material was selected according to a complex of economically useful features. The structure of the crop shows a decrease in all elements of productivity, the average yield in the nursery decreased by 20-25% from 4.10 to 2.41 t/ ha. Over several years of study, 4 promising lines have been identified in KSI: 135/2-13h1068 (Kristaps×Nadejnyi), 10/4-16h1228 (Chees×Yaromir), 40/2-16h1290 (Despina×140/6-09h745), 130/1-16h739 (52/1-00h1964×Dgenouva) with an average yield for 2020-2022 of 3.26-3.60 t/ha. The standard in the KSI nursery is the Reliable barley variety. 135/2-13h1068 (Kristaps×Nadejnyi) is the most stress-resistant and stable in yield. It is planned to further study all lines in the KSI nursery with the possible establishment of small breeding nurseries based on the results of 2023.*

Ячмень — одна из ведущих культур благодаря своим огромным приспособительным возможностям, высокой урожайности, разностороннему использованию. Наиболее эффективным способом увеличения валовых сборов зерна этой культуры является селекция и семеноводство [1].

Основным направлением в селекции ярового ячменя является создание и внедрение в производство сортов интенсивного типа, высоко адаптированных к условиям возделывания в связи с усиление влияния погодных условий на урожайность [2]. С внедрением сортов интенсивного типа урожайность сельскохозяйственных культур в целом повышается, но и колебания ее по годам увеличиваются. Снижение урожайности — явление довольно частое и происходит в основном из-за засушливых условий, переувлажнения или сильных заморозков. На фоне изменения средних климатических условий колебания урожая составляют 10–20% [3].

Прибавку сорт дает не столько из-за устойчивости к стрессам, сколько из-за своей выносливости. В связи с этим на всех этапах селекции отбирается материал адаптированный к условиям внешней среды, с высоким иммунитетом к различным патогенам, среднеспелый, устойчивый к полеганию [4].

Условия, материалы и методы. Селекционеры ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» ведут селекционную работу по яровому ячменю совместно с ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка» с целью создать сорт ярового ячменя с потенциальной урожайностью 6,5 — 7,0 т/га, адаптированный к условиям Центральной России, устойчивый к полеганию и комплексу болезней с хорошим качеством зерна.

Исследования выполнены в полевых и лабораторных условиях отдела селекции и семеноводства ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» на серых лесных почвах. Стандартом во всех питомниках был районированный в регионе сорт ярового ячменя Надежный, который заменил старый стандарт Сонет. Новый стандарт среднеспелый, устойчив к полеганию, отличается высоким иммунитетом к болезням, выравненностью посевов и хорошим кущением. В среднем за три года превышает стандарт Сонет по урожайности на 0,88 т/га.

Фенологические наблюдения, оценки и учеты проводились согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», Т. 1,2, 1991, «Методических указаний ВНИИР», 1986–1999. Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта Б.А. Доспехова» (1985).

Основными критериями отбора на всех этапах селекции являются следующие: озерненность колоса, вегетационный период, высота растений и устойчивость к полеганию, поражение болезнями. В стрессовых погодных условиях за последние годы важным фактором отбора стала устойчивость к засухе, способность сформировать полноценный колос при недостатке влаги.

Снижение уровня урожайности напрямую связано с увеличением засушливости за последние три года (таблица 1).

Таблица 1. Метеорологические условия и вегетационный период ячменя по фазам развития за 2020–2022 гг. (стандарт — сорт Надежный)

Период вегетации	2020			2021			2022		
	сумма активных температур, °С	сумма осадков, мм.	продолжительность, дни	сумма активных температур, °С	сумма осадков, мм.	продолжительность дни	сумма активных температур, °С	сумма осадков, мм.	продолжительность, дни
Посев — всходы	151,3	17,8	14	173,8	19,7	9	93,9	25,4	13
Всходы — кущение	145,3	18,0	14	206,6	12,7	14	226,4	33,1	16
Кущение — выход в трубку	194,1	45,6	14	119,1	20,3	7	130,0	0,0	7
Выход в трубку — колошение	349,1	22,4	18	352,1	20,5	16	278,5	2,1	15
Колошение — восковая спелость	558,5	119,8	28	531,3	10,5	23	611,9	30,4	29
За вегетационный период	1247,0	205,8	74	1209,1	64,0	60	1246,8	65,6	67
ГТК	1,65			0,53			0,53		
урожайность стандарта Надежный, т/га	5,46			3,30			2,75		

Вегетационный период 2020 года характеризовался понижением температуры воздуха в начале вегетации и недостатком влаги, что затянуло появление всходов. В период кущения обеспеченность растений влагой была достаточной для нормального кущения и развития вторичной корневой системы и закладки элементов продуктивности. Засушливые условия пришлись на период колошение-восковая спелость, сменившиеся перед уборкой несколькими сильными ливнями, приведшими к полеганию.

В 2021 году засуха началась с фазы выхода в трубку в период закладки зачатков колоса и продлилась до восковой спелости зерна. В фазу молочной спелости дефицит влаги привел к преждевременному усыханию листьев и захвату колоса, снижению урожайности.

2022 год оказался самым неблагоприятным по погодным условиям для растений ячменя. Засуха охватила все критические периоды потребления влаги, негативно отразилась на развитии побегов и корневой системы. В период трубкования и колошения привела к снижению числа колосков в колосе, его продуктивности и захвату колоса, снизив урожайность и качество зерна ячменя.

Погодные условия вегетационного периода 2020–2022 гг. способствовали отбору в естественных стрессовых условиях номеров, способных лучше переносить засушливые условия в критические периоды потребления влаги и формировать полноценный колос для получения стабильной урожайности.

Результаты и обсуждение. Питомник конкурсного сортоиспытания является заключительным этапом в селекционной схеме, позволяет получить наиболее полную оценку перспективных номеров по ряду хозяйственно-биологических признаков. Лучшие номера и сорта конкурсного сортоиспытания изучаются несколько лет (таблица 2).

Таблица 2. Характеристика лучших номеров и сортов КСИ за 2020–2022 гг.

Происхождение	Урожайность по годам, т/га			Средняя урожайность за 2020–2022 гг., т/га	Среднее отклонение от стандарта, т/га	Устойчивость к болезням за 2022 г		Вегетационный период, 2022 г.	Высота растений, 2022 г., см
	2020	2021	2022			Темно-бурая пятнистость, %	Пыльная головня, шт./м^2		
Надежный, ср.ст.	5,46	3,30	2,75	3,83	–	10	0	80	57
Владимир	2,91	3,23	1,98	2,70	–1,13	15	0	79	62
Эльф	3,70	3,30	1,77	2,92	–0,91	10	0	83	60
Прометей	3,46	2,43	1,88	2,59	–1,24	5	0	85	51
Нур	4,85	2,93	1,84	3,21	–0,62	15	0	85	56
Московский 86	3,91	2,55	2,33	2,93	–0,90	20	0,2	84	61
Раушан	3,39	2,71	1,94	2,68	–1,15	10	0,07	80	60
Яромир	3,70	3,32	2,23	3,09	–0,74	5	0	85	61
Сударь	3,20	1,81	2,33	2,45	–1,38	5	0	85	60
Златояр	4,32	3,03	2,54	3,30	–0,53	10	0	84	64
Знатный	3,02	2,61	2,58	2,74	–1,09	5	0	85	61
Рафаэль	4,35	3,11	2,23	3,23	–0,60	5	0	83	57
Любояр	4,03	3,44	2,62	3,36	–0,47	20	0	84	65
Милан	2,74	2,79	2,70	2,74	–1,09	15	0	82	62
141/1-09Н746(Нур х Жозефин)	4,19	3,18	1,94	3,10	–0,73	5	0	83	60
Отбор из голозерной формы h1137	2,86	2,54	2,03	2,48	–1,35	5	0	80	54

Происхождение	Урожайность по годам, т/га			Средняя урожайность за 2020–2022 гг., т/га	Среднее отклонение от стандарта, т/га	Устойчивость к болезням за 2022 г		Вегетационный период, 2022 г.	Высота растений, 2022 г., см
	2020	2021	2022			Темно-бурая пятнистость, %	Пыльная головня, шт./м^2		
4/3–12h933(Bambina×НУР)	3,78	3,90	2,45	3,38	–0,45	10	0	79	68
27/3-12h977 (Докучаевский9 хЯромир)	3,52	2,67	2,68	2,96	–0,87	5	0	83	58
135/2-13h1068 (Kristaps ×Надежный)	4,59	3,18	3,02	3,60	–0,23	20	0	80	60
27/2-11h787(ДГС1431×Вакула)	4,43	3,01	2,40	3,28	–0,55	15	0,8	81	57
63/1-14h1091 (Qvench×22/5-04h62)	3,38	2,62	2,65	2,88	–0,95	10	0	82	56
91/3-12h751 (Маентак×Зазерский 85)	3,37	3,26	2,66	3,10	–0,73	10	0	81	66
14/4-14h1060 (Alicia×Надежный)	4,74	3,02	2,74	3,50	–0,33	20	0	82	61
35/1-14h1171(Гелиос ×8/9-09h594)	4,48	2,43	2,81	3,24	–0,59	10	0,15	78	54
67/2-15h1153 (Арбалет×51/2-07h354)	4,50	2,64	2,70	3,28	–0,55	15	0	85	60
10/4-16h1228(Chees×Яромир)	3,68	3,16	3,00	3,28	–0,55	20	0	84	65
40/2-16h1290 (Despina×140/6-09h745)	3,96	3,04	3,00	3,33	–0,50	15	0	79	64
95/4-16h(Bambina×9/3-05h34)	2,90	3,40	3,18	3,16	–0,67	10	0,07	78	62
130/1-16h739(52/1-00h1964×Dgenouva)	3,35	3,19	3,15	3,23	–0,60	10	0	79	65
104/2-14h817(Ассоль × Зазерский 85)	4,16	3,76	2,55	3,49	–0,34	15	0	81	65
$НСР_{05}$	0,35	0,40	0,46	–	–	–	–	–	–

Данные по урожайности, представленные за 2020–2022 гг., показывают ее снижение в связи с увеличением засушливого периода, на 20–25 %. Если в 2020 году снижение связано в основном с полеганием и сильным поражением болезнями, то в 2021–2022 это вызвано слабой кустистостью, частичной стерильностью колосков и уменьшением числа зерен в колосе, а также захватом колоса.

Урожайность сортов в 2020 году составила 2,74–5,46 т/га, 2021 г. — 1,81–3,44 т/га, в 2022 не превышала и 3 т/га. Показатели урожайности селекционного материла чуть выше, в 2022 году несколько номеров дали прибавку к стандарту Надежный, сформировав урожайность от 3,02 до 3,18 т/га, однако по данным трех лет изучения средняя урожайность ни одного из номеров не превысила стандарт. Среди селекционных номеров КСИ наиболее стабильными по урожайности в различные по погодным условиям годы отмечаются линии: 135/2-13h1068 (Kristaps×Надежный), 10/4-16h1228 (Chees×Яромир), 40/2-16h1290 (Despina×140/6-09h745), 130/1-16h739 (52/1-00h1964×Dgenouva). А линия 135/2-13h1068 (Kristaps×Надежный) наиболее перспективна в плане дальнейшего изучения и размножения. В результате слабого развития корневой системы и кущения высота растений в питомнике в 2022 году была на уровне 51–68 см, длина вегетационного периода 78–85 дней.

Урожайность ячменя формируется за счет элементов ее структуры, снижение показателей которых негативно отражается на продуктивности.

Исходя из данных структуры урожая за 2020–2022 гг. (таблица 3) можно увидеть изменения следующих показателей: уменьшилось количество продуктивных стеблей на 141,4–175,0 шт./м^2, продуктивная кустистость упала на 0,09–0,15, количество колосков в колосе на 2,5–2,6 шт., число зерен в колоске на 0,08–0,21 шт., вес зерна с колоса на 0,06–0,15 г., вес зерна с растения на 0,12–0,17 г., в 2 раза уменьшился вес зерна с метровки, зерно более мелкое и щуплое. Средняя урожайность по питомнику КСИ уменьшилась с 4,10 до 2,41 т/га, что является наименьший урожайностью за годы изучения.

Таблица 3.Структура урожая ячменя в КСИ, среднее за 2020–2022 гг.

Годы изучения	Средняя урожайность в питомнике КСИ, т/га	Число растений с 1 м^2	Число продуктивных стеблей с 1 м^2	Продукт. кустистость	Длина стебля, см	Масса зерна с метровки, г	Вес зерна с растения, г	Длина колоса. см	Число колосков в колосе	Число зерен в колосе	Число зерен в колоске	Плотность колоса	Вес зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
2020	4,10	407,3	492,6	1,22	97,9	300,0	0,74	18,7	23,0	11,20	0,50	12,3	0,61	54,20
2021	3,04	433,0	459,0	1,28	82,4	320,0	0,79	19,6	22,9	16,18	0,71	11,7	0,70	43,40
2022	2,41	281,6	317,6	1,13	66,8	172,5	0,62	17,8	20,4	11,98	0,58	11,5	0,55	45,75

Основная браковка в поле велась по густоте стеблестоя, озерненности колоса, устойчивости к засухе, в лабораторных условиях — по выровненности, выполненности и крупности зерна, массе 1000 зерен. В сложившихся условиях отбирается наиболее стрессоустойчивый материал. По нескольким годам изучения в плане стабильности урожаев и стрессоустойчивости можно выделить линию 135/2-13h1068 (Kristaps×Надежный) как наиболее перспективную.

Выводы. Таким образом, погодные условия вегетационного периода играют наибольшую роль в формировании урожая ярового ячменя. Недостаток влаги в период ее критического потребления негативно сказывается на активном росте в период кущения, развитии корневой системы и в формировании зачатков колоса. Условия 2020–2022 гг. показывают увеличение засушливости в течение вегетационного периода ярового ячменя. 2022 год стал самым неблагоприятным по погодным условиям. Растения страдали от засухи с фазы кущения, не смогли нормально раскуститься, пострадала корневая система, а в фазу выхода в трубку — колошения, недостаток влаги негативно сказался на формировании зачатков колоса, приведя к захвату колоса и снижению урожайности. Снижение показателей элементов структуры урожая привело к снижению средней урожайности в питомнике КСИ с 4,10 до 2,41 т/га. Погодные условия вегетационного периода смогли наиболее полно оценить материал на стрессоустойчивость. Отбор велся по густоте стеблестоя, озерненности колоса. За три года изучения 2020–2022 гг. выделены 4 линии с наибольшей стабильной урожайностью по годам — 135/2-13h1068 (Kristaps×Надежный), 10/4-16h1228 (Chees×Яромир), 40/2-16h1290 (Despina×140/6-09h745), 130/1-16h739 (52/1-00h1964×Dgenouva), первая из которых наиболее стрессоустойчива и перспективна. Все эти линии будут дальше изучаться в питомнике КСИ и по результатам 2023 года с возможной закладкой питомников малого размножения.

Литература

1. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья/ Н.А. Родина. — Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока. — 2006. — С. 4–6

2. Левакова О.В., Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко А.И., Ерошенко А.Н., Ерошенко Н.А., Дедушев И.А., Болдырев М.А. Оценка зерновой продуктивности и адаптивности

отечественных и зарубежных сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ // Аграрный научный журнал. СГУ генетики, биотехнологии. — Саратов. — 2021. — №3. — С. 30–33. DOI 10.28983/asj.y 2021 i3pp 30–33.

3. Клочков А.В., Соломко О.Б. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной Академии. — Горки, РБ. 2019. — №2. — С. 101–105. УДК 631.57

4. Забалуева Д.В., Кабашов А.Д. Некоторые результаты и перспективы по селекции овса в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». — Владимирский земледелец. — 2021. — №4 (98). — С. 40–44. DOI 10.24412/2225-2584-2021-4-40-44.

УДК 347.771:63:633.11

ПАТЕНТЫ НА НОВЫЕ СОРТА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ ФРАНЦ

А. И. Клименко[1], А. И. Грабовец[1],
Н. Н. Вошедский[1], О. А. Целуйко[1],
В. Б. Тутарова[1]
[1] Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный Ростовский аграрный научный центр», 346735, Ростовская обл., Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская,1
e-mail: o.tseluyko@yandex.ru, dzni@mail.ru

Резюме. *В статье представлена обзорная информация на основе публикаций, научных и патентных отчётов ФГБНУ ФРАНЦ в области селекции пшеницы мягкой озимой, а также баз данных ФГБУ «Госсорткомиссия» за 2018–2022 гг. Исследования в области селекции пшениц особенно важны и актуальны в современных условиях, когда остро ставится задача увеличения производства семян отечественной селекции. Материал позволяет проанализировать патентную деятельность Центра в этой области знаний за пятилетний период и способствует популяризации научных результатов интеллектуальной деятельности по селекции озимой пшеницы.*

Abstract. *The article presents overview information based on publications, scientific and patent reports of the FSBSI FRARC in the field of soft winter wheat breeding, as well as databases of the Federal State Budgetary Institution "State Export Commission" for 2018–2022. Research in the field of wheat breeding is especially important and relevant in modern conditions, when the task of increasing the production of seeds of domestic breeding is urgently set. The material makes it possible to analyze the patent activity of the Center in this field of knowledge over a five-year period and promotes the popularization of scientific results of intellectual activity on winter wheat breeding.*

Озимая пшеница ценная зерновая культура. До 1917 г. занимала примерно 8% площади под зерновыми культурами в южных округах Войска Донского. В северных округах даже в 1927 г. на её долю приходилось менее 1%. Главная причина — слабая зимостойкость сортов и плохая обработка почвы. Лишь со средины годов XX столетия начинается интенсивное внедрение мягкой озимой пшеницы в производство. Её площади росли год от года и в 1971–1974 гг. она занимала в Ростовской области уже 92% всех площадей под пшеницей. Не изменилась её значение и в настоящее время. При засухах озимая пшеница обеспечивает от 55 до 60% общего вала зерна [1].

Вавилов Н.И. отмечал: «Ни по одному растению не проведено столь обширной селекционной работы, как по пшенице. На примере пшеницы можно видеть наглядно современное состояние теоретической селекции и генетики, можно проследить пути современной селекционной работы. Тысячелетиями над пшеницей сознательно и бессознательно работали поколения селекционеров» [1].

По данным Минсельхоза Ростовской области, средняя урожайность пшеницы по области не превышала 3,59 т/га, что существенно уступает аналогичным показателям ряда других регионов. Например, в Краснодарском крае средняя урожайность пшеницы в отдельные годы достигала 6,15 т/га [2].

В изменяющихся погодно-климатических условиях вегетации необходимы адаптивные пластичные сорта, формирующие стабильную урожайность и качество зерна. Поэтому вектор сельскохозяйственных исследований направлен на адаптацию сортов к контрастным погодно-климатическим условиям [3].

Отдел селекции и семеноводства пшеницы и тритикале под руководством члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственный наук, профессора А.И. Грабовца работает над задачами стабилизации зернового производства на Дону. Только за последние годы учеными ФГБНУ ФРАНЦ выведен ряд новых высокоурожайных сортов озимой пшеницы, на которые выданы патенты — Акапелла, Былина Дона, Богема, Пальмира 18. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2022 г. включено 24 сорта. На практике все они показали свою эффективность. По озимой пшенице переданы в Государственное сортоиспытание сорта: Донья, Константа 21, Гранта (Гранта совместный сорт с Курским ФАНЦ), Вольная заря, Донская Т 20, Калитва, Тарасовская. По результатам сортоиспытаний включены в Государственный реестр сортов допущенных к использованию по регионам: Мирабель 20 — Центрально-чернозёмный, Средневолжский, Нижневолжский; Пафос — Центрально-чернозёмный, Средневолжский; Куряночка 19 (Куряночка 19 совместный сорт с Курским ФАНЦ) — Центрально-чернозёмный, Средневолжский, Нижневолжский регионы [4, 9].

В статье сорт рассматривается как объект интеллектуальной собственности. Создание нового сорта, патентование и длительный период охраны патента (потенциальный срок охраны — 30 лет) является очень дорогостоящим и наукоемким процессом. Наличие патентов на сорта позволяет защищать результаты интеллектуальной собственности и права патентообладателя на государственном уровне. Патент является гарантом исключительных прав на интеллектуальную собственность, позволяет увеличивать стоимость нематериальных активов и способствует коммерциализации на основе лицензионной деятельности [5].

Содержащаяся в патентах информация является уникальной, позволяет получать конкретные преимущества за счет патентной защиты своих результатов интеллектуальной деятельности, имеет ценность не только для правообладателя. Патент является интеллектуальной собственностью, эффективное его использование позволяет повышать конкурентоспособность и увеличивать активы организации [6].

Представленная обзорная информация основана на статьях, научных и патентных отчётах Центра в области селекции пшеницы озимой мягкой, а также баз данных ФГБУ «Госсорткомиссия» за 2018–2022 гг. [7]. Объект — сорта озимой пшеницы селекции ФГБНУ ФРАНЦ. По каждому новому сорту разрабатывается технология его возделывания применительно к почвенно-климатическим условиям Ростовской области [8].

Одним из показателей эффективности деятельности научной организации является оценка публикационной активности, которая в за 2018–2022 гг. по выше перечисленным направлениям исследований составила 120 публикаций, из них: 2 монографии, 24 статей в ядре РИНЦ, 2 сборника статей по итогам конференции, 5 каталогов, 7 научно-практических рекомендаций. Основные элементы технологии возделывания и сортовые особенности озимой пшеницы включены в Зональные системы земледелия Ростовской области на период 2022–2026 гг. В целях популяризации и коммерциализации научно-технических разработок и предоставляемых услуг, также для взаимодействия с научными организациями и сельхозтоваропроизводителями проводятся ежегодные презентации сортов озимых пшениц селекции Центра, конференции по тритикале. Вклад ученых селекционеров в развитие сельскохозяйственной науки отмечен многочисленными правительственными и государственными наградами, премиями, дипломами и медалями [4, 9].

1. Пшеница мягкая озимая сорт ДОНМИРА®. Патент Российская Федерация № 10486 от 14.06.2019 г. Патентообладатель / Оригинатор: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (ФГБНУ ФРАНЦ) (RU). Авторы: К.Н. Бирюков, А.И. Грабовец, Е.А. Железняк, В.П. Кадушкина, М.А. Фоменко.

Родословная сорта. Арфа × Престиж Разновидность — эритроспермум. Высота соломины — 77 см. Длина колоса — 9–10 см, форма цилиндрическая. Колосковая чешуя в средней части колоса средняя, овальная, зубец колосковой чешуи прямой средний (4–5 мм), плечо его среднее скошенное, киль выражен слабо. Ости расположены по всей длине колоса, на конце колоса средние. Они грубые, зазубренные, сильно расходятся в стороны. Зерно среднее, красное, яйцевидное, бороздка неглубокая. Масса 100 зерен — 36–39 г. Предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. В острозасушливые 2013–2015 гг. в НИЦ ДЗНИИСХ он сформировал по пару в среднем 6,2 т/га зерна (в 2014 г. — 7,5), что выше в сравнении со стандартом Дон 107 на 0,7 т/га. В экологическом испытании в Курском НИИ АП в 2014 г по пару урожай составил 8,6 т/га (+0,87 к Московской 39), в наиболее засушливом 2015 году — 7,1 (+1,83 к стандарту Московская 39). По зернобобовым прибавка урожая зерна составила +0,4 при урожайности 3,6 т/га (2013–2015 гг.). На Кубани в 2014 г по занятому пару урожай был равен 7,4 т/га (+1,04 к сорту Таня). Наибольший вклад в формирование продуктивности вносит густой стеблестой (650–700 стеблей/м^2). Сорт высокозимостойкий. При –19°С на узле кущения жизнеспособность растений составляла 75 %, варьируя по годам в пределах 71–81 %. Сорт засухоустойчив. Слабо восприимчив к поражению бурой ржавчиной, вирусными заболеваниями, мучнистой росой. Среднеустойчив к септориозу, пероноспорозу. Устойчивость к вредителям выше, чем у стандарта Дон 107. Наибольшую урожайность сорт обеспечивает при оптимальных сроках сева в зоне возделывания. Он относительно толерантен к поздним срокам сева. Выделяется повышенной отзывчивостью на удобрения. При некорневых подкормках прибавки получаются в любой год. Содержание белка в зерне варьирует в пределах 14,8–15,7 %, клейковины — 28,0–30,5. Характеризуется хорошими реологическим свойствами теста — 210–344 е.а.

Основные достоинства: высокоадаптивный продуктивный сорт, отличается отличной зимо-морозостойкостью и повышенной засухоустойчивостью. Хорошо отзывается на улучшение агрофона, пригоден для возделывания по всем предшественникам. Формирует высококачественное зерно. Толерантен к срокам сева.

Включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, с 2019 года по Северо-Кавказскому (6) и Уральскому (9) регионам [10].

2. Пшеница мягкая озимая сорт АКАПЕЛЛА®. Патент Российская Федерация № 11004 от 12.03.2020. Патентообладатель / Оригинатор: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (ФГБНУ ФРАНЦ) (RU). Авторы: К.Н. Бирюков, А.И. Грабовец, Е.А. Железняк, В.П. Кадушкина, М.А. Фоменко.

Создан методом ступенчатой гибридизации. На завершающем этапе было проведено скрещивание линии 1334/07 < Станичная × {[(Тарасовская 29 × Drina) × Альбатрос одесский] × Тарасовская 97} > с сортом Губернатор Дона с последующим индивидуальным отбором в F2 и F 4.

Сорт среднеранний. Высота растений в различных условиях варьирует от 85 до 105 см, устойчив к полеганию. Длина колоса 9,0–10,5 см. Разновидность — эритроспермум. Зерно средней крупности, выполненное, стекловидное, красное. Масса 1000 зерен варьирует в пределах 32–45 г. Потенциальная урожайность 9–10 т/га. Реализован урожай 10,1 т/га. Обеспечивает прибавку урожая по пару в КСИ 1,2 т/га при урожайности 7,8 (2014–2016 гг.), по зернобобовым +1,16 т/га при урожайности 8,38 (2016 г.). Урожайность сорта в экологическом сортоиспытании 2016 г. в Краснодарском НИИСХ– 9,06 т/га (+ 0,8 т/га к сорту Губернатор Дона). В условиях Центрально-Чернозёмной зоны (Курский НИИ АПП) — 5,42 т/га (+0,9 т/га к стандарту сорту Московская 39). По засухоустойчивости превосходит стандарт. Моро-

зостойкость растений — 73–77 % (t –19 °С, экспозиция 20 часов). Сорт слабовосприимчив к поражению основным болезням злаков, в частности в полевых условиях устойчив к поражению желтой ржавчиной (0–5 %), снежной плесенью (0,1 балла), септориозом (0,5–1,0 балла). Устойчив к вирусу желтой карликовости ячменя (8,5 балла), полосатой мозаике пшеницы (9 баллов). Среднеустойчив к бурой ржавчине (0 — ед. пустулы), мучнистой росе (0–10 %). Поражение вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком) ниже, чем у стандарта Дон 107. Электрофоретическая формула (рейтинг «хорошо») предполагает генетическое сочетание признаков продуктивности и высокой морозостойкости с качеством зерна. Содержание в зерне белка — 12,6–16,9 %, клейковины — 22,8–33,3 %. Объем хлеба 750–940 мл при оценке 4,6–4,9.

Основные достоинства: имеет высокий потенциал урожайности, лучше других сортов использует средний и низкий агрофон. Имеет неплохую комплексную устойчивость к болезням. Рекомендуется для выращивания, как по пару, так и по непаровым предшественникам. Норма высева и сроки сева, общепринятые для зоны выращивания. Наибольшую урожайность сорт обеспечивает при оптимальных сроках сева в зоне выращивания. Он также толерантен к поздним срокам сева. Сорт озимой мягкой пшеницы Акапелла® авторы считают инновацией в производстве зерна.

Включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2020 года по Центрально-Черноземному (5) и Северо-Кавказскому (6) регионам [10].

3. Пшеница мягкая озимая сорт БЫЛИНА ДОНА®. Патент Российская Федерация № 11003 от 12.03.2020 г. Патентообладатель / Оригинатор: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (ФГБНУ ФРАНЦ) (RU). Авторы: А.И. Грабовец, В.П. Кадушкина, М.А. Фоменко.

Создан методом двукратного индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной скрещиванием сорта Донская лира и линии 1607/07, полученной индивидуальным отбором из сорта Тарасовская 97. Сорт среднеранний. Высота растений в различных условиях варьирует от 82 до 109 см. Длина колоса 8,0–9,5 см. Разновидность — лютесценс. Зерно средней крупности, выполненное, стекловидное, красное. Высокопродуктивный, способен формировать агрофитоценоз с высокой плотностью (670 — 800 продуктивных стеблей на 1 м^2), продуктивность колоса средняя, масса 1000 зерен 30,2 — 42,3 г. Характеризуется стабильной урожайностью в различных эконишах. Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Максимальная урожайность получена в 2016 году по пару 10,2 т/га, по нуту 8,6 т/га, превышение к стандарту 1,5 т/га и 1,08 т/га соответственно. В среднем за три года конкурсных испытаний его урожайность по пару составила 7,92 т/г (+ 1,3 т/га к стандарту Дон 107). Урожайность сорта в экологических испытаниях 2016 г: в Краснодарском НИИСХ — 8,19 т/га (+ 0,8 т/га к сорту Губернатор Дона); в Курский НИИ АПП — 4,96 т/га (+ 0,44 т/га к ст. стандарту сорту Московская 39).

Устойчив к полеганию, осыпанию зерна и прорастанию его в колосе. Высоко морозозимостойкий и засухоустойчив. Сорт слабовосприимчив к поражению основными болезнями злаков. В частности, в полевых условиях устойчив к поражению желтой ржавчиной (0 %), бурой ржавчиной (0 %), снежной плесенью (0,1 балл). Он устойчив к поражению корневыми гнилями (6–20 %). Среднеустойчив к мучнистой росе (0–20 %), к септориозу (1–1,5 балла). Вынослив к поражению вирусом полосатой мозаики пшеницы (9 баллов, 5 баллов у ст.). Поражение вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком) на уровне стандартного сорта. Содержание в зерне белка — 13,3–15,5 %, клейковины — 24,1–30,3 %. Объем хлеба 880–930 мл при оценке 4,6–4,7.

Сорт вынослив к предуборочному прорастанию зерна, вызванного температурным шоком (понижение среднесуточных температур из-за ливней). Агротехника общепринятая для зоны выращивания. Сроки посева — оптимальные для зоны. В северо-западной зоне Ростовской области формирует максимальный урожай при посеве 25 августа — 15 сентября. Толерантен

к поздним срокам посева. Норма высева 4 млн всхожих семян на 1 га, в поздние сроки посева норму высева следует увеличивать до 6 млн.

Основные достоинства. Стабильная урожайность и показатели качества зерна в разных почвенно-климатических зонах, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам среды, выносливость к предуборочному прорастанию зерна на корню. Сорт нового поколения с запасом экологической пластичности!

Включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, с 2020 года по Северо-Кавказскому (6), с 2021 года — Нижневолжскому (8) регионам [10].

4. Пшеница мягкая озимая сорт БОГЕМА®. Патент Российская Федерация № 11538 от 31.03.2021 г. Патентообладатель / Оригинатор: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (ФГБНУ ФРАНЦ) (RU). Авторы: К.Н. Бирюков, А.И. Грабовец, В.П. Кадушкина, Т.А. Олейникова, М.А. Фоменко.

Создан методом внутривидовой гибридизации и индивидуальным отбором в F3 из комбинации Спалах × Донская лира.

Сорт полукарликовый интенсивного типа. Средний размер стебля вместе с колосом не превышает 85–95 см, что обусловливает повышенную устойчивость растений к полеганию. Колосковая чешуя средняя, овальная. Нервация выражена сильно. Зубец колосковой чешуи очень короткий прямой. Плечо колосковой чешуи узкое скошенное. Киль выражен сильно. Зерно среднее по объему, яйцевидной формы, красное, бороздка неглубокая. Высокопродуктивный, способен формировать агрофитоценоз с высокой плотностью (590–700 продуктивных стеблей на 1 м^2), продуктивность колоса средняя, масса 1000 зерен 31,8 — 43,4 г. Характеризуется стабильной урожайностью в различных эконишах. Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Максимальная урожайность получена в 2016 году по пару 10,1 т/га, по нуту 7,8 т/га, превышение к стандарту 1,4 т/га и 0,82 т/га соответственно. В среднем за три года испытаний в конкурсных сортоиспытаниях его урожайность по черному пару составила 9,06 т/га (+1,3 т/га к ст., 2015–2017 гг.), по зернобобовым 6,6 т/га (+0,4 т/га к ст.). Урожайность сорта в экологических испытаниях 2016–2017 гг. варьировала от 7,1 т/га (Курский НИИ АПП) до 9,8 т/га (Краснодарский НИИСХ).

По засухоустойчивости превосходит стандарт. Морозостойкость растений повышенная — 67–81 % (t –19°C, экспозиция 20 часов). Сорт слабовосприимчив к поражению основными болезнями злаков. В полевых условиях устойчив к поражению желтой ржавчиной (0 %), бурой ржавчиной (0 %), снежной плесенью (0,1 балл), вирусом полосатой мозаики пшеницы (9 баллов, 5 баллов у ст.). Толерантен к поражению корневыми гнилями (8–20 %), септориозом (0,1–0,5 балла). Среднеустойчив к поражению мучнистой росой (0–30 %). Поражение вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком) ниже, чем у стандарта Дон 107.

Содержание в зерне белка — 12,6–16,9 %, клейковины — 22,9–33,3 %. Седиментация 38,6–61,5 сек. Объем хлеба 750–940 мл при оценке 4,3–4,9 балла. Агротехника общепринятая для зоны выращивания. Сроки посева — оптимальные для зоны. В Северо-Западной зоне Ростовской области формирует максимальный урожай при посеве 25 августа — 15 сентября. Толерантен к поздним срокам посева. Норма высева 4 млн. всхожих семян на 1 га, в поздние сроки посева норму высева следует увеличивать до 6 млн.

Основные достоинства: высокоурожайный полукарликовый сорт с отличным и хорошим качеством зерна, адаптированный к лимитированным условиям среды региона возделывания.

Включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, с 2021 года по Северо-Кавказскому (в т.ч. Крым) (6) региону [10].

6. Пшеница мягкая озимая сорт ПАЛЬМИРА 18. Патент № 12187 от 27.04.2022 г. Патентообладатель / Оригинатор: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (ФГБНУ ФРАНЦ) (RU). Авторы: А.И. Грабовец, М.А. Фоменко, Т.А. Олейникова, В.П. Кадушкина, К.Н. Бирюков, О.В. Мельникова.

Сорт создан с использованием сложных скрещиваний и многократных индивидуальных отборов из гибридной популяции Дельта //// Тарасовская 29/Drina// х Альбатрос одесский/// Тарасовская 97. Среднеранний, короткостебельный, устойчивый к полеганию. Высота растений — 77–104 см. Длина колоса — 8–11 см. Зерно выполненное, стекловидное, красное. Масса 1000 зерен варьирует от 38,9 до 42,0 г. Урожайность зерна по предшественнику пар составила 8,44 т/га. По засухоустойчивости превосходит стандарт. Характеризуется полевой устойчивостью к снежной плесени, вирусным болезням, мучнистой росе. Умеренно восприимчив к септориозу. Содержание белка в зерне — 14,7–15,5 %, клейковины — 27,8–30,6 %. Объем хлеба 890 см^3. Сорт вынослив к предуборочному прорастанию зерна, вызванного температурным шоком. Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Число падений в зерне, попавшем под осадки — 200 сек. Внесен с 2022 г. в Госреестр РФ сортов, допущенных к использованию, по Центрально-чернозёмному (5), Северо-Кавказскому (в т.ч. Крым) (6), Средневолжскому (7) регионам [7].

Выводы. Как показывает анализ научных исследований и патентной информации, в сортах современной селекции пшеницы мягкой озимой ФГБНУ ФРАНЦ реализованы селекционно-методические разработки: прогнозируемое использование комбинационной и трансгрессивной изменчивости признаков урожайности и адаптивности, проявления потенциала дальнейшего увеличения продуктивности и стабилизации качества, совмещения их полевой устойчивости к грибным и вирусным болезням, преодоления усиливающегося отрицательного воздействия лимит-стрессоров среды. Выявленные закономерности создания адаптивных продуктивных генотипов реализованы в созданных за последнюю пятилетку 6 сортах селекции Центра, процесс ученые продолжают, непрерывно расширяя географию регионов допуска сортов.

Литература

1. Грабовец А.И. Озимая пшеница / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко. — Ростов на Дону: ООО Из-во «Юг». — 2022. — 712 с.

2. Вошедский Н. Н. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области / Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин, О.А. Целуйко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2022. — № 3(67). — С. 125–134.

3. Грабовец А.И. Новые сорта озимой мягкой пшеницы итог реализации разработок по селекции на продуктивность и адаптивность / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко, Т.А. Олейникова, Е.А. Железняк // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. — 2021. — № 2. — С. 19–23.

4. Клименко А.И. Основные результаты научных исследований ФГБНУ ФРАНЦ по селекции, земледелию, защите растений и технологиям возделывания зерновых и зернобобовых культур / А.И. Клименко, О.А. Целуйко, А.В. Гринько // В книге: Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. — Жодино. — 2022. — С. 42–45.

5. Клименко А.И. Патенты на сорта гороха посевного селекции ФГБНУ ФРАНЦ за 2002–2021 годы/ А.И. Клименко, Н.А. Коробова, А.В. Гринько, О.А. Целуйко, В.Б. Тутарова, Г.А. Бахматова// В книге: Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. — Суздаль-Иваново. — 2022. — С. 197–204.

6. Целуйко О.А. Патентный обзор изобретений и полезных моделей ФГБНУ ФРАНЦ в области сельского хозяйства / О.А. Целуйко, В.Б. Тутарова, А.В. Гринько, Г.А. Бахматова // Известия Оренбургского ГАУ. — 2021. — № 6(92). — С. 80–84.

7. Официальные издания ФГБУ «Госсорткомиссия» [Электронный ресурс]. — URL: https://gossortrf.ru/

8. Вошедский Н.Н. Эколого-адаптивная технология возделывания новых сортов озимой пшеницы для различных типов агроландшафтов Ростовской области / Н.Н. Вошедский, И.Н.

Ильинская, О.А. Целуйко, В.А. Кулыгин, С.В. Пасько, А.В. Федюшкин, Э.А. Гаевая, С.А. Тарадин, М.И. Рычкова, Е.Н. Нежинская, А.В. Мищенко, М.В. Канцуров // Рекомендации. — Рассвет. — 2022. — 68 с.

9. Клименко А.И. Основные результаты научных исследований ФГБНУ ФРАНЦ в 2021 году / А.И. Клименко, А.В. Гринько, О.А. Целуйко, Е.А. Сазонова, С.А. Добровольский // Ветеринария Северного Кавказа. — 2022. № S5. — С. 137–154.

10. Интеллектуальная собственность ФГБНУ ФРАНЦ /под ред. А.И. Клименко. — Рассвет: Изд-во ООО «АзовПринт», 2022. — 292 с.

УДК 633.358:631.527

СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА ПО ГОРОХУ НА ДОНУ КАК ВКЛАД В РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Н.А. Коробова, А.П. Коробов, А.А. Лысенко,
Ю.В. Шапошникова, Е.В. Пучкова
Федеральный Ростовский аграрный научный центр
ул. Институтская, 1, п. Рассвет, Аксайскй район, Ростовская область, 346735,
Российская Федерация
e-mail: kornat58@mail.ru

Резюме. *В результате многолетней селекционной работы в ФГБНУ Федеральный Ростовский АНЦ созданы высокопродуктивные технологичные адаптивные сорта зернового гороха Альянс, Атаман, Премьер, Сотник, Амулет и Донец. Внедрение в сельскохозяйственное производство и расширение посевных площадей под новыми сортами при соответствующей организации первичного семеноводства позволят увеличить валовые сборы зерна этой ценной продовольственной и зерно-фуражной культуры и в определенной мере решить проблему импортозамещения в Российской Федерации.*

Abstract. *As a result of many years of breeding work, highly productive technological adaptive varieties of grain peas Alliance, Ataman, Premier, Centurion, Amulet and Donets have been created in the Federal State Budgetary Educational Institution Rostov ANC. The introduction into agricultural production and the expansion of acreage under new varieties with the appropriate organization of primary seed production will increase the gross grain harvest of this valuable food and grain-feed crop and to some extent solve the problem of import substitution in the Russian Federation.*

В соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы ФГБНУ ФРАНЦ работает над созданием отечественных сортов зерновых и зернобобовых культур. Одной из важнейших целей осуществления данной Государственной программы является обеспечение продовольственной независимости страны и повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынке. В условиях наложения на Российскую Федерацию жестких санкций особенно остро стоит проблема ускоренного перехода растениеводства на семена отечественной селекции.

Горох включен в перечень основных сельскохозяйственных культур, имеющих ключевое значение для обеспечения продовольственной безопасности нашей страны. Повышение урожайности этой культуры только путем улучшения технологии её возделывания связано с довольно большими материально-техническими затратами. Поэтому целесообразно решать проблему производства растительного белка прежде всего путем внедрения в производство новых, более урожайных сортов гороха, пригодных для возделывания по интенсивной технологии и устойчивых к неблагоприятным факторам среды. Выведение таких сортов является актуальной задачей лаборатории селекции и семеноводства гороха ФГБНУ ФРАНЦ.

Первая попытка селекционного улучшения гороха на Дону относится к 1944 году. Из-за отсутствия материальной базы и квалифицированных специалистов все работы сводились вплоть до 1952 года к высеву коллекции и сравнительному изучению продуктивности зерновых бобовых в зоне. В 1962 году с организацией в Донском селекцентре (г. Зерноград) лаборатории селекции и первичного семеноводства однолетних зернобобовых культур начался качественно новый этап. Тематика лаборатории заключалась в изучении коллекции и сравнительном испытании различных зернобобовых культур с учетом появления новых сортов и изменений в агротехнике.

Начавшиеся работы по селекции гороха особенно успешно были развернуты и достигли высоких результатов во время руководства лабораторией (1964–1999 гг.) доктора сельскохозяйственных наук, Заслуженного агронома России Николая Михайловича Вербицкого, внесшего огромный теоретический и практический вклад в изучение культуры гороха.

За период с 1968 по 1975 гг. в Государственное сортоиспытание были переданы 5 сортов гороха, 3 из которых — Зерноградский 8, Зерноградский 9 и Зерноградский юбилейный были внесены в Госреестр селекционных достижений. В 1983 году районирован сорт укосно-зернового направления Зерноградский 66, а в 1984 — зерновой сорт Сармат, ценный по качеству [1].

Годы с 1993 по 2003 стали наиболее продуктивными за всю историю существования лаборатории. В среднем районировалось по 1 сорту ежегодно, и лишь 3 сорта кормового назначения имели обычный тип листа. Все остальные относились к безлисточковому типу неосыпаемой разновидности.

К 2005 году в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации были занесены 13 сортов гороха различного хозяйственного использования. Примером успеха могут служить сорта Аксайский усатый 55, который и сейчас допущен для возделывания в сельскохозяйственном производстве семи регионов России (включая Северо-Западный и Восточно-Сибирский), и Аксайский усатый 7 — в четырех.

С 2005 года команда селекционеров по зернобобовым в Донском НИИСХ полностью обновилась. Были продолжены начатые ранее работы по селекции гороха. Усилия коллектива направлены на выведение новых сортов, отвечающих возрастающим требованиям сельскохозяйственного производства, обладающих высокой пластичностью и стабильной урожайностью в различных регионах Российской Федерации.

За период с 1962 года и по настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных для возделывания, внесено 27 сортов гороха донской селекции. Наибольшие площади посева занимали в свое время широко возделываемые в Ростовской области сорта Сармат, Аксайский усатый 5 и Аксайский усатый 7. Но, как показала практика, они лишь в некоторой степени соответствуют требованиям современного сельскохозяйственного производства. Благодаря селекционным инновациям габитус создаваемых в Центре современных сортов гороха значительно изменился, главным образом, из-за необходимости проведения однофазной механизированной уборки.

Поставленные на текущее время задачи успешно решаются, а результаты научной работы в предыдущие годы показывают, что селекция гороха на основные хозяйственно-ценные признаки в лаборатории имеет реальную перспективу. Например, лучшие сортообразцы конкурсного и предварительного сортоиспытания значительно превосходят стандарт по урожайности (на 4–6 ц/га). Целый ряд линий отличается высокой устойчивостью растений к полеганию и осыпанию зерна, засухоустойчивостью, качеством, комплексной устойчивостью к болезням.

Положительным моментом реализации разработанной селекционной программы по созданию принципиально новых сортов, более приспособленных для современного сельскохозяйственного производства, стала передача на Государственное сортоиспытание и районирование в 2013–2017 годах четырех сортов гороха: зернового направления Альянс, Атаман, Кадет и зерно-укосного Донской кормовой. В 2019 году получены патенты на горох Премьер и Сотник, в 2020 году — на Амулет. С 2022 года по пяти регионам Российской Федерации районирован

зерновой горох Донец с высокой урожайностью 74,2 ц/га [2]. В 2021 году передан на испытание в ГСИ высокопродуктивный, технологичный, адаптивный сорт Казачок зернового направления использования.

Большой опыт практических работ, собственные разработки отдельных теоретических вопросов, а также использование в селекционной практике достижений отечественной и зарубежной науки позволило сотрудникам лаборатории создать новые высокопродуктивные адаптивные генотипы гороха с целым рядом хозяйственно-полезных признаков: повышенной прочностью стебля, усатым типом листа, неосыпающимися семенами, с высокими кулинарными и товарными качествами [3]. Выведение таких качественно новых сортов в сочетании с устойчивостью к экологическим стрессам способствовало увеличению урожайности культуры в среднем на 15–25 %. На сегодняшний день из 39 отечественных сортов гороха, допущенных в сельскохозяйственное производство Северо-Кавказского региона, тринадцать (или 33 %) — селекции ФГБНУ ФРАНЦ (таблица 1).

Таблица 1. Краткая характеристика некоторых сортов зернового гороха селекции ФГБНУ ФРАНЦ

Сорт	Год внесения в Реестр	Регионы допуска	Реализованная урожайность, ц/га	Наиболее важные признаки
Альянс	2013	5, 6, 7	43,2	Среднеспелый. Устойчивость к осыпанию семян высокая, к полеганию растений — средняя. Засухоустойчивость выше средней. Вкусовые качества хорошие.
Атаман	2014	5, 6, 7	48,2	Среднеспелый. Устойчивость к полеганию и осыпанию высокая. Засухоустойчивость выше средней. Вкусовые качества хорошие.
Премьер	2019	4, 5, 6	55,2	Среднеспелый. Устойчивость к осыпанию семян высокая, полеганию растений — высокая. Засухоустойчивость выше средней. Ценный по качеству. Товарные и кулинарные качества хорошие.
Сотник	2019	4, 6	48,8	Среднеспелый. Устойчивость к осыпанию семян высокая, полеганию растений — высокая. Засухоустойчивость выше средней. Вкусовые качества хорошие.
Амулет	2020	6, 7	49,3	Среднеспелый. Устойчивость к осыпанию семян высокая, полеганию растений — высокая. Засухоустойчивость выше средней. Ценный по качеству. Товарные и кулинарные качества хорошие.
Донец	2022	3, 4, 5, 6, 10	74,2	Среднеспелый. Засухоустойчивость выше средней. Устойчивость к осыпанию и полеганию высокая. Товарные и кулинарные качества хорошие.

В современном растениеводстве сорт является одним из важнейших элементов научно-технического прогресса в сельском хозяйстве, который обеспечивает в настоящее время 25–40 % роста урожайности, остальное приходится на долю технологии возделывания [4].

Для оценки и сравнения наших сортов с лучшими отечественными и зарубежными аналогами ежегодно закладываем экологическое сортоиспытание. В этом питомнике в 2022 году оценивали 87 сортов гороха из различных эколого-географических зон: Российской Федерации, Украины, Австрии, Дании, Германии, Франции и Чешской Республики. Сорта отечественной селекции представлены из различных научных учреждений: ФГБНУ ФРАНЦ, ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» (г. Орел), ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П.Лукьяненко» (г. Краснодар), Самарского НИИСХ (п. Безенчук), ФГБНУ «Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (г. Красноярск), ФГБНУ «ВНИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» (п. ВНИИСС Рамонского рай-

она Воронежской области) и других. Необходимо отметить, что эти исследования мы проводим с 2007 года, практически ежегодно пополняя количество изучаемых сортов.

Генотипы различались продолжительностью фаз органогенеза, интенсивностью развития, засухоустойчивостью, выносливостью к поражению болезнями и вредителями, а также по морфобиотипам, продуктивности и параметрам качества зерна.

Многолетние исследования позволили нам выделить лучшие сорта гороха для возделывания в условиях Ростовской области [5, 6, 7], а также позволили установить, что наиболее засухоустойчивыми и продуктивными являются среднерослые генотипы с более развитой и мощной корневой системой и вегетативной массой. Среди этой группы сортов несколько большая урожайность получена у безлисточковых генотипов, которые отличаются от обычных форм пониженной величиной транспирации растений.

В таблице 2 приведены наиболее урожайные и технологичные сорта гороха по результатам трехлетних исследований. Важно, что эти сорта адаптивны к почвенно-климатическим условиям Ростовской области, являются исходным материалом для выведения новых высокопродуктивных сортов гороха с комплексом хозяйственно-ценных признаков, а также для выращивания в производственных условиях.

Таблица 2. Урожайность лучших сортов гороха, допущенных к использованию в Северо-Кавказском регионе, ц/га (по данным экологического сортоиспытания ФГБНУ ФРАНЦ)

Сорт	Происхождение	2020 год	2021 год	2022 год	Средняя
Аксайский усатый 5	Россия, ФРАНЦ	15,5	18,5	22,3	18,8
Аксайский усатый 7	Россия, ФРАНЦ	15,5	15,4	19,2	16,7
Альянс	Россия, ФРАНЦ	15,8	23,1	24,6	21,2
Атаман	Россия, ФРАНЦ	14,6	25,4	20,8	20,3
Кадет	Россия, ФРАНЦ	20,5	25,4	20,8	22,2
Сотник	Россия, ФРАНЦ	20,2	23,1	22,3	21,9
Премьер	Россия, ФРАНЦ	20,9	22,3	21,5	21,6
Амулет	Россия, ФРАНЦ	20,3	20,0	21,5	20,6
Донец	Россия, ФРАНЦ	16,9	20,8	22,3	22,0
Орлус	Россия	15,8	23,1	20,8	19,9
Фараон	Россия	16,9	20,0	18,5	18,5
Спартак	Россия	16,3	20,8	20,0	19,0
Указ	Россия	15,2	23,1	21,5	19,9
Девиз	Россия	17,5	23,1	19,2	19,9
Гамбит	Россия	17,0	21,5	21,5	20,0
Стабил	Австрия	18,2	25,4	17,7	20,4
Готик	Австрия	14,2	22,3	23,8	20,1
Вельвет	Австрия	13,1	22,3	20,8	18,7
Аудит	Франция	11,2	18,5	20,0	16,6
Плутон	Франция	17,4	22,3	20,8	20,2
Рокет	Дания	18,2	28,5	24,6	23,8
Мадонна	Германия	16,3	26,2	20,0	20,8
КВС Ла Манш	Германия	16,7	24,6	22,3	21,2

По данным экологического сортоиспытания, проводимого учеными Центра, урожайность занимающего основные площади посева в Ростовской области сорта гороха Аксайский усатый 7 (1999 год внесения в Реестр) составила за последние три года 16,7 ц/га. Современные же сорта гороха Альянс, Атаман, Кадет, Сотник, Премьер, Амулет и Донец дали соответственно 21,2; 20,3; 22,2; 21,9; 21,6; 20,6 и 22,0 центнеров зерна с гектара, то есть на 3,6–5,5 центнеров больше. Это дает возможность только за счет замены старого сорта на новые в

производственных посевах дополнительно получать 36 — 55 тыс. тонн продукции со 100 тыс. га в среднем.

Урожай зерна новых сортов в производственных посевах достигает 30 ц/га, потенциал продуктивности — значительно выше — до 50 — 70 ц/га. Сорта нового поколения отличаются повышенной устойчивостью к стрессовым условиям выращивания и не уступают по урожайности районированным сортам иностранной селекции (таблица 2). Находящиеся в испытании австрийский сорт Вельвет и французские сорта Аудит, Плутон и Универ слабо адаптированы в наших условиях к недостатку влаги в почве и высоким температурам воздуха во время вегетации. Их урожайность в среднем за 3 года составила 16,6 — 18,7 ц/га соответственно.

Значительное повышение уровня стабильности продуктивности возможно только при одновременном возделывании в различных эколого-географических зонах страны большого количества разнообразных, но высокоадаптированных сортов. Это особенно важно в нынешних условиях, когда остро ставится задача производства семян отечественной селекции. В этом плане большое внимание нами уделяется первичному семеноводству: ежегодно сотрудниками лаборатории производится более 100 тонн оригинальных семян зернового гороха.

Выводы. Изменяющиеся погодные условия вызывают необходимость ведения селекции на адаптивность. В результате многолетней работы созданы новые высокопродуктивные технологичные сорта гороха Альянс, Атаман, Премьер, Сотник, Амулет и Донец, относительно устойчивые к влиянию различных неблагоприятных факторов среды. Внедрение в сельскохозяйственное производство и расширение посевных площадей под сортами зернового гороха Донской селекции при соответствующей организации первичного семеноводства позволят увеличить валовые сборы зерна этой ценной продовольственной и зерно-фуражной культуры и в определенной мере решить проблему импортозамещения в Российской Федерации.

Литература

1. Вербицкий Н.М. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа (монография). — Ростов–на–Дону. — 1992. — 259 с.

2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). — М.: ФГБНУ «Росинформагротех». — 2022. — 646 с.

3. Коробова Н.А., Коробов А.П., Лысенко А.А., Пучкова Е.В., Шапошникова Ю.В. Результаты селекции гороха в ФГБНУ ФРАНЦ / Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конференции. — Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса». — 2022. — С. 116–120. DOI: 10.33775/conf-2022-116-119

4. Карпова Л.В. Выбор сорта — важнейшее условие эффективного возделывания гороха // Нива Поволжья. — 2017. — №4 (45). — С. 94–99.

5. Коробова Н.А., Коробов А.П., Козлов А.А., Лысенко А.А. Экологическая пластичность и урожайность сортов зернового гороха // Достижения науки и техники АПК. — 2016. — Т. 30. №2. — С. 85–88.

6. Коробова Н.А., Козлов А.А., Коробов А.П., Пучкова Е.В. Экологическая пластичность и урожайность различных морфотипов гороха // Известия Оренбургского гос. ун-та. — 2016. — №3 (59). — С. 50–52.

7. Коробова Н.А., Коробов А.П., Целуйко О.А. Урожайность новых сортов гороха ФГБНУ ФРАНЦ в экологическом сортоиспытании / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2020. — №5(85). — С. 61–65. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-61-65

УДК 633.853.494«324»:631[526.32:527]

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ РАПСА ОЗИМОГО НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РАСТРЕСКИВАНИЮ СТРУЧКОВ

А.А. Новичек, Я.Э. Пилюк, Н.Н. Бобко

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
Республика Беларусь, 222160, г. Жодино, ул. Тимерязева, 1
bart_an@mail.ru

Резюме. *В статье предоставлены результаты изучения сортов и образцов рапса озимого отечественной селекции по анатомическим показателям, степени растрескиваемости стручков и продуктивности. В процессе исследований по анатомо-морфологическим показателям выделены сорта: Адонис, Витовт, (0,65 мм); Буян (0,63 мм). При оценке степени растрескивания стручков рапса озимого на 15 день после созревания 91,2 % образцов показали высокую устойчивость, а на провокационном фоне лучшим был образец № 11/14.*

Summery*. This article provides the results in studying the sorts and samples of winter rapseed of domestic selection based on anatomic indicators, the degree of pod cracking and its efficiency. In the research process by anatomo-morphological indicators such sorts are highlighted: Adonis, Vitovt,(0,65 mm); Buayn (0,63mm). In assessing the degree of winter rapseed's pod cracking 92,8 % of samples demonstrates high sustainability on the 15th day after ripening. The best sample was N 11/14 by challenging background.*

Введение. Рапс имеет большое продовольственное, кормовое, техническое, агротехническое и экологическое значение. Он является одной из важнейших масличных и кормовых культур [1]. В мире производится около 70 млн. тонн маслосемян рапса, что является третьим показателем их производства после сои и пальм. Широкое возделывание культуры, главным образом, обусловленно созданием высокомасличных, безэруковых, низкоглюкозинолатных сортов и гибридов, соответствующих мировым стандартам качества «00», что позволило использовать растительное масло рапса не только на технические, но и пищевые цели, в косметологии, а его шрот — в качестве высокобелковой кормовой добавки в кормлении животных и птиц [2]. Достижение высоких урожаев и генетических улучшений всегда было основной целью в производстве рапса. Однако растрескивание стручков часто происходит после созревания и это одно из слабых мест в производстве рапса во всем мире [3]. Обычно потери из-за растрескивания стручков составляют от 8 до 12 % потенциального урожая, но в неблагоприятных условиях, прежде всего в условиях засухи, потери могут составить 50 % [4,5]. Одной из причин растрескивания стручков крестоцветных культур является то, что во время созревания в дневные часы они подсыхают, а в ночные — адсорбируют влагу. Такие перепады влажности приводят к деформации стручков и ослаблению их швов, которые удерживают створки от раскрытия [6]. Болезни, вредители, птицы могут также приводить к осыпанию растений, вследствие чего мы имеем большую потерю урожая.

Материалы и методы исследований. Целью наших исследований являлась разработка и усовершенствование методов и методик оценки селекционного материала озимого рапса на устойчивость стручков к растрескиванию. Опыты проводились в 2021–2022 гг. в полевых и лабораторных условиях РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Объектом исследований были сорта и образцы рапса озимого отечественной селекции, созданные в отделе масличных культур РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Полевые опыты проводились в соответствии с Методикой полевого опыта [7].

Анатомо-морфологическое исследование проводилось в фазу зеленого стручка путем отбора 5-го стручка на центральной кисти с 25 растений каждого образца. Параметрами для измерений служили следующие показатели: высота плотной части перегородки в области гинофора, ширина сечения рамки и ширина перикарпия около рамки. Срезы измерялись при помощи микроскопа Микромед 3 при увеличении 10 х окуляра и 4 х объектива [8].

В процессе опытов проводилась полевая (визуальная) оценка растрескиваемости сортов и селекционных образцов рапса озимого. Для оценки растрескиваемости стручков была принята следующая градация (в баллах): 1 — отсутствует или очень слабая (< 10 %); 3 — слабая (11–20 %); 5 — средняя (21–30 %); 7 — сильная (31–40 %) 9 — очень сильная(> 40 %) [9].

Результаты и обсуждение. Согласно исследованиям ВНИИ рапса были установлены анатомические особенности стручков рапса ярового (ширина сечения рамки, ширина перикарпия около рамки, высота центральной жилки, высота плотной части перегородки в области гинофора), которые могут служить критерием степени растрескивания стручков при отборе на данный признак в фазу зеленого и желто-зеленого стручка с последующим проведением опыления на боковых ветвях [5]. Выше названную методику по выявлению образцов устойчивых к растрескиванию стручков мы применили на рапсе озимом (рис. 1).

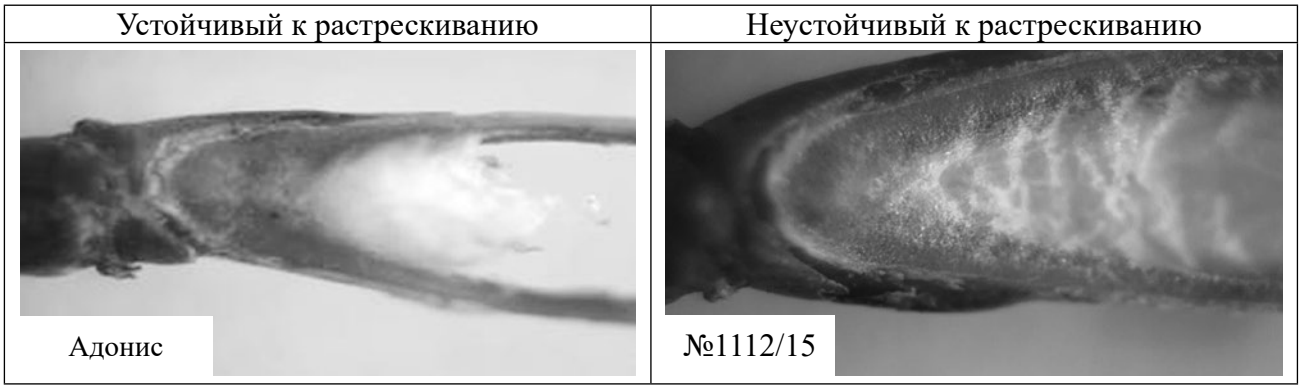


Рис. 1. Анатомические срезы стручков рапса озимого с разной степенью устойчивости к растрескиванию

На основании оценки рапса озимого по анатомо-морфологических параметров стручка выделились следующие сорта: Адонис, Витовт (0,65 мм); Буян (0,63 мм); Дарий, Императал (0,62 мм) с наибольшей высотой плотной части перегородки в области гинофора, что, может быть, связано с признаком устойчивости стручков рапса к растрескиванию. Наименьшими показателями характеризовались образцы: № 1112/15 (0,40 мм); № 20/15, № 11/14, № 20/15 (0,41 мм). По ширине сечения рамки лучшими среди изучаемых образцов были сорт Буян и образец № 910/14. Среднее значение по этому признаку среди изучаемых образцов составило 0,18 мм, при этом 41,9% сортов и образцов рапса озимого превысили эту величину. Признак «ширина перикарпия около рамки» варьировал в пределах от 0,16 мм (№ 78/14) до 0,27 мм (Витовт) (таблица 1).

Таблица 1. Анатомо-морфологические особенности строения стручков сортов и образцов рапса озимого различающихся по степени устойчивости стручков к растрескиванию, 2022 г.

Сорта и образцы озимого рапса	Ширина сечения рамки, мм	Ширина перикарпия около рамки, мм	Высота плотной части перегородки в области гинофора, мм
Лидер, к	0,19	0,21	0,48
Адонис	0,17	0,23	0,65
Арсенал	0,19	0,24	0,46
Буян	0,22	0,23	0,63
Витовт	0,20	0,27	0,65
Дарий	0,17	0,24	0,62
Императал	0,14	0,19	0,62
Оникс	0,20	0,26	0,59
Зорный	0,19	0,23	0,61
№ 8/15	0,15	0,19	0,47
№ 20/14	0,18	0,19	0,60
№ 17/15	0,20	0,26	0,58

№910/14	0,22	0,22	0,59
№1112/15	0,16	0,20	0,40
№11/14	0,14	0,18	0,41
Средн. знач	**0,18**	**0,22**	**0,53**
Мин-макс	**0,14–0,22**	**0,16–0,27**	**0,40–0,65**

В полевых условиях была проведена визуальная (глазомерная) оценка растрескиваемости стручков рапса озимого на 15 день после созревания (контрольный вариант) и на 20 день после созревания (провокационный фон, при дополнительном механическом воздействии на растения). Исследуемые образцы в контрольном варианте показали хороший результат, степень растрескивания стручков была очень слабая (менее 10%) и только у 8,8% образцов наблюдалась слабая (11–20%) степень растрескивания. При создании провокационного фона и дополнительного перестоя очень слабая степень растрескивания наблюдалась у 11,8% сортов и образцов рапса озимого, слабую степень растрескивания стручков имели 44,1% образцов, средняя степень 17,6% и у 26,4% степень растрескивания была сильная (таблица 2).

Таблица 2. Результаты оценки растрескиваемости стручков сортов и образцов рапса озимого, 2022 г.

Сорта и образцы озимого рапса	Растрескиваемости стручков, балл		Сорта и образцы озимого рапса	Растрескиваемости стручков, балл, балл	
	Контрольный вариант	Провокационный фон		Контрольный вариант	Провокационный фон
Лидер	1	4	№8/15	1	4
Арсенал	1	3	№20/14	1	4,5
Буян	2	4	№34/15	1	7
Витовт	1	6	№20/15	1	4
Зенит	1	3	№1112/15	1	5
Адонис	1	3	№11/14	1	2
Дарий	1	3	№19/15	1	3
Империал	1	3	№17/15	2	6
Оникс	1	4	№910/14	1	7
Зорный	2	5	№56/14	1	2,5
Капитал	2	5	№34/14	1	3
Среднее	**1,4**	**4,6**	**Мин–макс**	**1–3**	**2–7**

Продуктивность изучаемых сортов и образцов рапса озимого изменялась в пределах от 355 г/м² до 607 г/м², при среднем значении 473,8 г/м². Относительно сорта-контроля Лидер, наибольшую прибавку по продуктивности обеспечил образец №1415/14 (138 г/м² или 29,4%), лучшими были также сорта и образцы: №1617/14 (75 г/м²), Дарий (71 г/м²), Прометей (65 г/м²), Адонис и №56/15 (59 г/м²), которые превысили контроль на 12,6–16,0% (таблица 3).

Таблица 3. Продуктивность сортов и образцов озимого рапса, различающихся по степени устойчивости стручков к растрескиванию, 2022 г.

Название сортов и образцов	Урожайность, г/м²	+/– к St	
		г/м²	%
Лидер (St)	469	–	–
Адонис	528	59	12,6
Буян	510	41	8,7
Витовт	495	26	5,5

Название сортов и образцов	Урожайность, г/м²	+/– к St	
		г/м²	%
Зенит	523	54	11,5
Дарий	540	71	15,1
Империал	512	43	9,2
Оникс	505	36	7,7
Прометей	534	65	13,9
№ 56/15	528	59	12,6
№ 1415/14	607	138	29,4
№ 20/15	355	–114	–24,3
№ 1617/14	544	75	16,0
№ 20/14	430	–39	–8,3
№ 56/14	507	38	8,1
Среднее	**473,8**	–	–
Мин-макс	**355–607**	–	–

Выводы.

1. На основании оценки сортов и образцов рапса озимого по анатомическим параметрам стручка выделились сорта: Адонис, Витовт (0,65 мм); Буян (0,63 мм); Дарий, Империал (0,62 мм) по признаку «высота плотной части перегородки в области гинофора» и «ширина перикарпия около рамки» (Витовт, Оникс и № 17/15), которые будут использованы в дальнейшем селекционном процессе при создании сортов и гибридов этой культуры с повышенной устойчивостью стручков к растрескиванию.

2. По результатам полевой (визуальной) оценки растрескиваемости стручков рапса озимого на 15 день после созревания выявлено, что степень растрескивания стручков у 91,2 % изучаемых сортов и образцов составила менее 10 % и только у 8,8 % наблюдалось их растрескивание от 11 до 20 %. На 20 день после созревания и при дополнительном механическом воздействии на растения только у 11,8 % сортов и образцов рапса озимого установлена очень слабая степень их осыпания (до 10 %), слабой степенью растрескивания стручков отличились 44,1 % образцов, растрескивание средней и сильной степени, соответственно, было у 17,6 % и 26,4 % генотипов.

3. Продуктивность изучаемых сортов и образцов рапса озимого, различающихся по степени устойчивости стручков к растрескиванию, изменялась в пределах от 355 г/м² до 607 г/м², при среднем значении 473,8 г/м². Наибольшую прибавку по продуктивности, относительно сорта-контроля Лидер, обеспечил образец № 1415/14 (138 г/м² или 29,4 %). Лучшими были также сорта и образцы: № 1617/14 (75 г/м²), Дарий (71 г/м²), Прометей (65 г/м²), Адонис и № 56/15 (59 г/м²), которые превысили сорт — контроль на 12,6–16,0 %.

Литература

1. Федотов В.А. /Рапс России / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, В.П. Савенков.– Москва: Агролига России. — 2008. — 329 С. : — Текст: непосредственный.

2. Пилюк Я.Э. Рапс в Беларуси: (биология, селекция и технология возделывания)/ Я.Э. Пилюк — Минск: Бизнесофсест, 2007. — 239 С. : — Текст: непосредственный.

3. Карпачев В.В. Рапс яровой. Основы селекции: монография / В.В. Карпачев. — ГНУ ВНИПТИ рапса. — Липецк, 2008. — 236 С.: — Текст: непосредственный.

4. Child R.D. Increased resistance to pod shatter in associated with changes in the vascular structure in pods of resynthesized Brassica napus line / R.D. Child, J.E. Summers, J. Babij, J.W. Farrent, D.M. Bruce — Текст: непосредственный // J. of Experimental Botany. — 2003/ — Vol. 54, № 389/ — P. 1919–1930.

5. Kadkol G.P. Evaluation of Brassica genotypes for resistance to shatter / G.P. Kadkol, R.H. MacMillan, R.P. Burrow, G.M. Halloran — Текст: непосредственный // Development of a laboratory test / / Euphytica. — 1984. — Vo1.33. — P. 63–73.

6. Шаганов И.А. Рапсовое поле Беларуси. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания озимого рапса на маслосемена / И.А. Шаганов. — Минск: Равноденствие. — 2008. — 70 С. : — Текст: непосредственный.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). / Б.А. Доспехов. — М.: Альянс. — 2011. — 352 с. : — Текст: непосредственный.

8. Жидкова Е.Н./ Биологические основы селекции рапса(Brassica napus L) в условиях лесостепи ЦРЧ России: специальность 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде научного доклада / Жидкова Елена Николаевна — ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. — 2011. — 172 с. — Текст: непосредственный.

9. Куделич В.С. Классификатор вида Brassica napus L. (рапс) / В.С.Куделич, В.И. Шпота, Т.В. Бек. — ВИР. — 1983. — 20 с. : — Текст: непосредственный.

УДК 633.853.494:631.527.5

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАСТЕНИЙ РАПСА ОЗИМОГО ЦМС ТИПОВ OGURA И POLIMA И РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПЛОИДНОСТИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКОМ УРОВНЕ

Я.Э. Пилюк, Н.Н. Бобко, А.А. Новичек, Е.Н. Кулинкович
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
222160, г. Жодино, ул. Тимирязева, д.1, Республика Беларусь
iveya@list.ru

Резюме. *Изучали морфологические особенности цветков линий двух типов цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) ogura и polima, а также гаплоидных и дигаплоидных растений рапса озимого, полученных методом культуры пыльников. Сравнение цветков линий с ЦМС, а также сформированных на побегах гаплоидного и дигаплоидного типов с диплоидными цветками, выявило их существенные отличия по морфологическим особенностям.*

Abstract*. Morphological features of flowers of two cytoplasmic male sterility (CMS) types, such as ogura and polima, as well as haploid and dihaploid winter rapeseed plants derived by anther culture technique were studied. The comparison of CMS lines flowers as well as those formed on shoots of haploid and dihaploid types with diploid flowers revealed their significant differences in morphological features.*

Рапс — уникальная масличная культура, имеющая широкие возможности применения, как в пищевых, кормовых, так и в технических целях. Кроме того, в силу сложившихся агроклиматических условий в Республике данная культура имеет наиболее высокую урожайность среди других масличных культур. Повышение урожайности рапса связано с использованием эффекта гетерозиса, что является важным резервом увеличения производства маслосемян в стране и весьма перспективным направлением в селекции рапса [1].

В мире имеется несколько типов ЦМС для селекции гибридов рапса, одни из которых найдены внутри вида, другие получены на основе отдаленных скрещиваний. Наибольшее практическое применение нашли два типа стерильности — polima, выделенный из сорта польского происхождения, и ogura, полученный в результате межвидовой гибридизации [2, 3].

Изучение двух типов ЦМС ogura и polima в условиях Беларуси показало, что они пригодны для создания гетерозисных гибридов и существенно различаются по проявлению стерильности [1]. В изученных типах ЦМС выявлены характерные для стерильности изменения морфологического строения цветка. В связи с этим для более полного преставления о данных

типах стерильности проведено сравнительное изучение морфологических особенностей и развития пыльника стерильных и фертильных цветков растений.

Использование методов клеточной и тканевой биотехнологии в селекции облегчает и ускоряет традиционный селекционный процесс создания новых форм и сортов растений. Так, если для создания гомозиготной линии новой гибридной формы в полевых условиях требуется 4–6 лет, то использование методов экспериментальной гаплоидии позволяет выполнить эту операцию в течение одного семенного поколения, т.е. за 1–2 года. Метод культуры изолированных пыльников и микроспор — один из перспективных способов получения гаплоидных растений. Получение гаплоидов методами андрогенеза на сегодняшний день является одним из общепризнанных способов для создания константных коммерческих линий ряда сельскохозяйственных культур [4, 5, 6, 7].

При использовании данного метода растения образуются из гаплоидных структур, поэтому они очень часто имеют гаплоидный набор хромосом. Часть растений могут быть и удвоенными гаплоидами (дигаплоидами), вследствие спонтанного удвоения хромосом в культуре *in vitro* в зависимости от вида культуры и условий культивирования или воздействия колхицина [5, 6]. Практический интерес для последующей работы представляют собой удвоенные гаплоиды. Визуально отличить гаплоидные и дигаплоидные растения не всегда представляется возможным. Цель наших исследований — по морфологическим особенностям цветка выявить различия между линиями с ЦМС типов ogura и polima, а также гаплоидными и дигаплоидными растениями озимого рапса, полученными через культуру пыльников.

Результаты исследований. В качестве материала для сравнения использовали следующие линии типа ЦМС ogura: №S-d142-2-08, №A-5124/13; типа ЦМС polima: №21/1, №21/2; фертильные родительские формы: №I-d142-2-08, №I-5124/13. При культивировании пыльников *in vitro* брали гаплоидные и дигаплоидные растения образца №6/2, характеризующегося рядом хозяйственно-ценных признаков, которые выращивали в стандартных полевых условиях. Для получения гаплоидов рапса донорные бутоны, находящиеся на соответствующей стадии развития брали в утренние часы, промывали в дистиллированной воде и выдерживали в термостате 1–3 дня при температуре +4–5°C. Затем бутоны стерилизовали в 5 % растворе хлорамина и промывали в дистиллированной воде три раза и в асептических условиях выделяли пыльники, которые сразу же пассировали на модифицированные питательные среды Келлера-Армстронга. Пробирки с эксплантами помещали в термостат и культивировали в темноте при различных температурах. По мере появления эмбриоидов их высаживали на питательную среду Мурасинге-Скуге для регенерации. Регенерированные из гаплоидных тканей растения высаживали в сосуды с легкой почвосмесью, обработав их перед этим водным раствором колхицина. После начала активного роста растения яровизировали и высаживали в открытый грунт. Цветки линий с ЦМС типов ogura, polima и полученных гаплоидных, дигаплоидных растений анализировали после начала цветения в 10 повторениях. При этом учитывали следующие элементы цветка: диаметр, длину, ширину лепестка и длину пыльников. Для сравнения были также проанализированы цветки диплоидных растений образца №6/2. Для анализа плоидности использовали временные давленые препараты точек роста и оснований молодых листочков, которые готовили по стандартным методикам [8].

Произведена оценка фенотипической выраженности стерильности новых образцов озимого рапса с ЦМС типов ogura и polima. В фазе семядольных листочков, розетки, стеблевания различия между фертильными и стерильными растениями не наблюдались. Морфологические различия между ними проявлялись в фазе цветения. По всем изучаемым типам ЦМС выявлены характерные для стерильности изменения морфологического строения цветка. Бутоны и лепестки растений с ЦМС типов ogura и polima более узкие, тычиночные нити, в зависимости от генотипа, короткие или совсем редуцированы, пыльники без пыльцы (рис. 1, 2, 3).

Рис. 1. Цветки рапса озимого: 1 — фертильный цветок; 2 — стерильный цветок (ЦМС ogura); 3 — стерильный цветок (ЦМС polima)

У растений с ЦМС типа ogura размер цветков уменьшается, но деформации лепестков не наблюдается, лепестки остаются гладкими, у этих растений головка тычинки мелкая, игловидная (рис. 2).

Рис. 2. Репродуктивные органы цветка рапса озимого: 2А — фертильный цветок (нормально развитые тычиночные нити и пестики); 2Б — стерильный цветок ЦМС ogura (укороченные тычиночные нити, игловидные пыльники без пыльцы); 2В — стерильный цветок ЦМС ogura (редуцированные стерильные нити и пыльники)

У растений с ЦМС типа polima вместе с уменьшением размера цветков, также происходит изменение формы лепестков, цветки отличаются измененными лепестками венчика, у этих растений головка тычинки очень мелкая, в виде стрелки (рисунок 3).

Все элементы цветков с ЦМС (таблица 1) — были значительно меньше, чем у фертильного образца. Диаметр цветка у ЦМС типов ogura и polima по сравнению с фертильным цветком

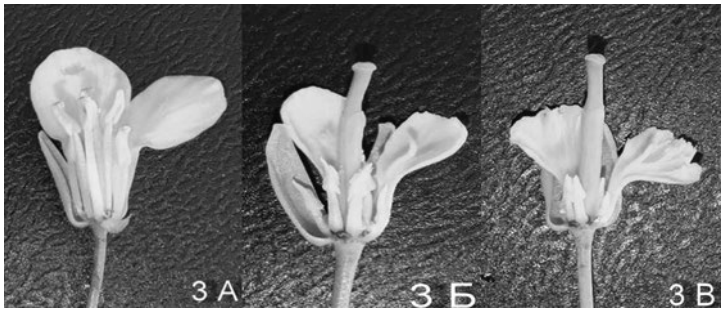


Рис. 3. Репродуктивные органы цветка рапса озимого: 3А — фертильный цветок (нормально развитые тычиночные нити и пестики); 3Б — стерильный цветок ЦМС типа polima (укороченные тычиночные нити, стреловидные пыльники без пыльцы); 3В — стерильный цветок ЦМС типа polima (редуцированные стерильные нити и пыльники)

уменьшился в 1,7 и 1,5 раза, длина пыльников — в 2,2 и 2,6 раза, длина — 1,6 и 1,5 раза и ширина лепестков — 1,7 раза, соответственно. В то же время длина пестика почти не изменилась, что свидетельствует о нормальном развитии женских генеративных органов.

Таблица 1. Морфология цветков растений родительских линий рапса озимого на стерильной и фертильной цитоплазме

Тип цветка	Диаметр цветка, мм	Длина лепестка, мм	Ширина лепестка, мм	Длина пыльника, мм	Длина пестика, мм
Фертильный					
№ I-d142-2-08	23,1±0,46	12,0±0,26	8,9±0,28	4,5±0,22	13,0±0,33
№ I-5124/13	23,3±0,37	11,9±0,18	9,0±0,15	4,3±0,26	13,1±0,38
среднее	23,2	12,0	9,0	4,4	13,1
ЦМС ogura					
№ S-d142-2-08	15,7±0,21	7,9±0,23	5,3±0,21	2,0±0,07	12,8±0,49
№ A-5124/13	15,5±0,31	7,8±0,25	5,3±0,30	2,0±0,05	13,0±0,37
среднее	15,6	7,9	5,3	2,0	12,9
ЦМС polima					
№ 21/1	14,1±0,28	7,7±0,26	5,1±0,28	1,7±0,15	13,1±0,31
№ 21/2	13,9±0,23	7,5±0,27	5,2±0,25	1,6±0,16	13,0±0,47
среднее	14,0	7,6	5,2	1,7	13,1
$НСР_{05}$	0,8	0,6	0,6	0,5	1,1

Сравнительная характеристика цветков гаплоидного, дигаплоидного и диплоидного типов растений представлена в таблице 2 и на рисунке 4.

Как видно из таблицы 2, все элементы цветков, сформированных на побегах гаплоидного типа, были значительно меньше, чем на дигаплоидных и у диплоидного образца. Диаметр цветка у гаплоидов по сравнению с удвоенными гаплоидами уменьшился в 2,0 раза, длина пыльников — в 2,1 раза, длина и ширина лепестков — в 1,8 и 1,4 раза, соответственно. При этом различия между дигаплоидами и диплоидами не были выявлены.

Таблица 2. Морфологические особенности цветков озимого рапса различного типа плоидности

Тип растения	Диаметр цветка, мм	Длина лепестка, мм	Ширина лепестка, мм	Длина пыльника, мм
Диплоидный	23,10±0,43	12,00±0,15	8,90±0,23	4,50±0,22
Дигаплоидный	22,90±0,38	11,90±0,28	8,60±0,22	4,20±0,20
Гаплоидный	11,30±0,21	6,80±0,11	4,10±0,18	1,95±0,05
$НСР_{05}$	0,98	0,55	0,59	0,49

Выводы. Таким образом, сравнение цветков ЦМС типов ogura и polima с фертильным цветками выявило их существенные отличия по морфологии. При этом у стерильных цветков, не зависимо от типа, уменьшился диаметр цветка, размеры лепестков и длина пыльников. В то же время длина пестика почти не изменилась, что свидетельствует о нормальном развитии женских генеративных органов у ЦМС растений. Цветки, сформированные на побегах гаплоидного и дигаплоидного типов, также существенно отличались по морфологии. У гаплоидов уменьшался как диаметр цветка и размеры лепестков, так и длина пыльников. Различия по изучаемым характеристикам между удвоенными гаплоидами и диплоидами выявлены не были.

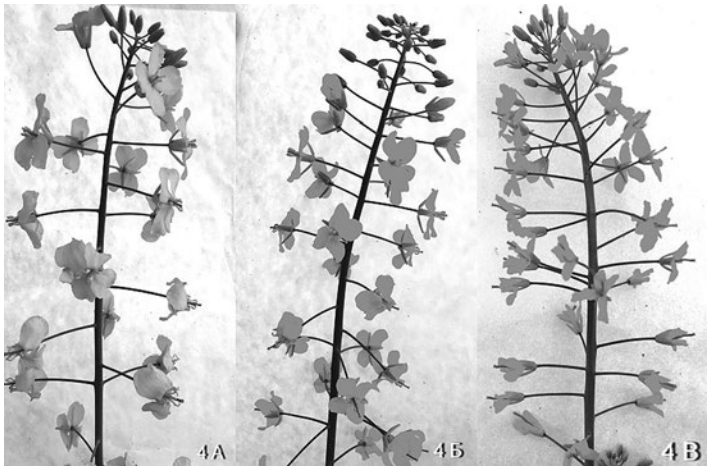


Рис. 4. Внешний вид соцветий рапса озимого различного типа плоидности: 4А — диплоидный, 4Б — дигаплоидный, 4В — гаплоидный тип

Литература

1. Пилюк Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (Brassica napus oleifera Metzg.) в Беларуси: специальности 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений, 06.01.09 Растениеводство: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде научного доклада / Пилюк Ядвига Эдвардовна; РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». — Жодино, 2021. — 80 с. — Текст: непосредственный.

2. Анащенко А.В. Мужская стерильность у рапса / А.В. Анащенко, В.А. Гаврилова, А.Г. Дубовская. — Текст: непосредственный // Растениеводство, селекция и генетика технических культур: сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. — Ленинград: ВНИИР, 1989. — Т. 125. – С. 86–91.

3. Prakash, S. Cytoplasmic male sterility (CMS) and systems other than OGU and Polima in brassicae: current status Текст: электронный // 9th International rapeseed congress, Cambridge, UK. — Cambridge, 1995. — Vol. 1–2. — Mode ofaccess: https://www.gcirc.org/fileadmin/documents/Proceedings/IRC1995Cambridgevol1/CO1995A17.pdf. — (Date of access: 28.04.2023).

4. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по сельскохозяйственным и педагогическим, естественнонаучным и педагогическим специальностям / [В. С. Шевелуха и др.] ; под ред. В. С. Шевелухи. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высш. шк., 2008. — 708, [1] С. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-06-004264-1. — Текст: непосредственный.

5. Mishra, R. In-vitro Androgenesis in Rice: Advantages, Constraints and Future Prospects / R. Mishra, G. J. N. Rao. — Текст: непосредственный // Rice Science. — 2016. — Vol. 23, Issue 2. — P. 57–68.

6. Germana, M. A. Gametic embryogenesis and haploid technology as valuable support to plant breeding / M. A. Germana. — Текст: непосредственный // Plant Cell Reports. — 2011. — Vol. 30, Issue 5. — P. 839–857.

7. Datta, S. K. Androgenic haploids: Factors controlling development and its application in crop improvement / S. K. Datta — Текст: непосредственный // Current Science. — 2005. — Vol. 89, № 11. — P. 1870–1878.

8. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений: учебники и учеб. пособия для высш. с/х учеб. заведений. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Колос, 1980. — 304 с. — Текст: непосредственный.

УДК631.529

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ В УСЛОВИЯХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. Савоськина, С.И. Чебаненко, Г.З. Ибиев
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева»
E-mail: osavoskina@rgau-msha.ru

Резюме. *В полевом опыте, проведенном на выщелоченных черноземах Тульской области, получены новые сведения, связанные с изучением ряда сортов и комплекса технологических показателей зерна пивоваренного ячменя. Были выявлены преимущества и недостатки некоторых сортов пивоваренного ячменя, что, может стать основой для их дальнейшего, более тщательного исследования.*

Abstract. *In the field experience conducted on the leached chernozems of the Tula region, new information was obtained related to the study of a number of varieties and a complex of technological indicators of malting barley grain. The advantages and disadvantages of some malting barley varieties have been identified, which may become the basis for their further, more thorough research.*
Keywords: malting barley, mass of 1000 seeds, biological yield, grain nature, protein conten.

Введение. В нашей стране в структуре зерновых культур по объему производства второе место после пшеницы занимает ячмень, который обеспечивает практически 1/4 валового сбора зерна. Особое место занимает пивоваренный ячмень, так как интенсивное развитие промышленности повысило спрос на качественное сырье [1].

Для повышения устойчивости растений ячменя к действию стрессовых факторов в современных технологиях возделывания этой культуры применяются различные препараты, способные оптимизировать процессы формирования урожая в стрессовых условиях изменения климата и таким образом повышать зерновую продуктивность растений [2, 3].

Для обеспечения стабильных урожаев реализуются иновационные технологии возделывания на основе научно-обоснованных элементов системы земледелия (севообороты, системы удобрения, защиты растений и обработки почвы и др.). Однако мало внимания уделяется подбору сортов, хотя их вклад в обеспечении получения продукции в большом объеме и высокого качества трудно переоценить [4, 5, 6].

В Государственном реестре селекционных достижений насчитывается более 50 сортов ячменя пивоваренного назначения, тем не менее выбор того или ного сорта для производства лимитирован почвенно-климатическими условиями региона его возделывания.

В связи с этим целью наших исследований являлось проведение сравнительного анализа продуктивности и определение лучших сортов пивоваренного ячменя в полевых условиях, при выращивании на выщелоченных черноземах Тульской области.

Материалы и методы. Опыт по полевому испытанию сортов пивоваренного ячменя проводился в Тульской области. Почва опытного участка чернозем выщелочный. Содержание гумуса 5,1 %.

В опыте высевались 7 сортов от 3 компаний в трехкратной повторности. Учетная площадь делянки — 14,5 м². Контрольный сорт — Травелер. Предшественник — чистый пар. Удобрения: основное — KC_1 — 0,7 ц/га; предпосевное — NP(S) — 1,6 ц/га.

Посев проводили в оптимальные сроки протравленными семенами (Ламадор Про 0,5 л/т + Клотиамет С 0,8 л/т + Микровит 0,5 л/т) сеялкой ССНП-16 в агрегате с трактором МТЗ-320 при норме высева 3,2 млн.шт./га. Уход за посевами включал проведение гербицидно-фунгицидно-инсектицидной обработки в фазу начала кущения. Уборка делянок осуществлялась комбайном «Hege».

Гидротермический коэффициент периода вегетации составил 0,9, что свидетельствует о засушливых условиях по влагообеспеченности.

Измерения проводились согласно ГОСТ и принятым в научных учреждениях методикам.

Результаты и их обсуждение. Основной акцент переработчики пивоваренного ячменя делали на высокотехнологичные импортные сорта, позволяющие достигать высоких качественных показателей в переработке. В связи с этим немаловажно определить, какие именно сорта наиболее рентабельны для каждого хозяйства в отдельности.

Все опытные сорта растений характеризуются как низкорослые. Высота растений колебалась от 45 см (Хоббс) до 54 см (Крещендо). Остальные сорта по этому показателю существенно не различались.

Принятая в хозяйстве система земледелия позволила сформировать посевы к уборке ячменя с хорошей густотой стояния — 286 шт./м² в среднем по сортам с максимальным значением 316 шт./м² у сорта Калькюль (ЭкоНива). У сортов Фатима, Орфелия и Хоббс густота стояния перед уборкой была существенно ниже, чем у сорта Травелер (контроль).

Продуктивная кустистость у изучаемых сортов в среднем составляла 1,46 шт./раст.. Хорошие показатели отмечены у сортов компании KWS — 1,52 шт./раст. (Хоббс) и 1,58 шт./раст. (Орфелия).

По количеству зерен в колосе все сорта оказались равными, только Фатима и Орфелия показали низкую озерненность колоса.

По массе 1000 семян выделяются 3 сорта — Фатима (52,60 г), Травелер (52,44 г) и Крещендо (51,16 г). У остальных сортов этот показатель был существенно ниже и составлял в среднем 48,52 г. Абсолютная масса зерна считается наиболее верным признаком для оценки ячменя, чем натурный вес, так как меньше влияющих факторов при учете. По данным таблицы видно, что в опыте присутствует очень тяжёлое (более 50 г) и тяжёлое зерно (41–50 г) к очень тяжелым относятся сорта Травелер, Фатима, Крещендо. Орфелия находится на границе при массе 1000 зерен равной 50 г и к тяжелым Лаурика, Калькюль, Хоббс.

Однако все сорта по крупности зерна, которую отражает масса 1000 зерен, отвечают требованиям качества продукции.

В конечном итоге в период проведения исследований на формирование урожайности влияли несколько структурных показателей, а именно, количество растений на единице площади, продуктивная кустистость и количество зерен в колосе при коэффициентах корреляции 0,95, 0,88 и 0,90 соответственно (таблица 1).

При возделывании сорта Травелер, который мы взяли в качестве контроля биологическая урожайность составила 3,39 т/га.

Таблица 1. Структура урожая ячменя

Сорт	Кол-во растений, шт./м²	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м²	Продуктивная кустистость, шт. на 1 растение	Количество зерён в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Высота растений, см	Биологическая урожайность, т/га
Травелер (st)	292	380	1,30	17	52,44	49	3,39
Фатима(Secobra)	263	362	1,38	15	52,60	48	2,86
Крещендо (Secobra)	310	453	1,50	17	51,16	54	3,94
Лаурикка (ЭкоНива)	304	467	1,54	17	47,44	45	3,77
Калькюль (ЭкоНива)	316	480	1,45	17	48,40	48	3,95
Орфелия (KWS)	248	392	1,58	15	50,00	49	2,94
Хоббс (KWS)	267	406	1,52	16	48,24	45	3,13
$НСР_{05}$	28	46	0,11	1,1	2,11	3,2	0,45

Самое высокое количество продуктивных стеблей и количество зерен в колосе было у сорта Калькюль и биологическая урожайность у данного сорта максимальная — 3,95 т/га. Сорт Крещендо имеет второй результат по биологической урожайности — 3,94 т/га (453 шт./м² продуктивных стебля и 17 зерен в колосе). Третий результат за сортом Лаурикка — 3,77 т/га, у которого количество продуктивных стеблей и количество зерен в колосе высокое, как и у других сортов–лидеров.

По требованиям ГОСТа 28672-2019 для зерна, поставляемого для пивоварения 1-го класса нормой считается натура не менее 630 г/л, влажность зерна не более 14,5 %, содержание белка в пределах 8–12 %.

Данные лабораторного анализа образцов показали, что все сорта имеют высокую натуру, энергию прорастания и белок.

Все испытуемые сорта продемонстрировали определяемые нами показатели качества выше минимального значения допустимой нормы (таблица 2).

Так натура, характеризующая выполненность зерна, была в среднем по сортам на 24 г/л выше нормы. Самой высокой натурой отличался сорт Фатима — 670 г/л.

Зерно пивоваренного ячменя должно иметь высокую энергию прорастания, то есть на 5 день следует прорасти не менее 95 % семян. У испытуемых сортов этот показатель выше нормы и составляет в среднем 97,8 %.

Таблица 2. Физико-химические показатели качества зерна

Сорт	Натура, г/л	Энергия прорастания, %	Влажность, %	Белок, %
Травелер (st)	659	96,2	12,2	9,6
Фатима(Secobra)	670	99,1	12,4	9,9
Крещендо (Secobra)	641	97,2	12,1	9,5
Лаурикка (ЭкоНива)	657	98,6	11,9	8,9
Калькюль (ЭкоНива)	661	98,0	12,3	9,7
Орфелия (KWS)	645	97,8	12,2	9,5
Хоббс (KWS)	646	97,6	11,8	9,1
$НСР_{05}$	11	0,9	0,3	0,3

Влажность зерна у всех сортов ниже заявленного ГОСТом порога и составляет в среднем 12,1 %.

Превышение содержания более 12 % пагубно влияет на солодоращение некачественно разрыхляется, очень нагревается, понижает содержание крахмала и экстрактивность. Однако лучшим для пивоваренного ячменя считается содержание белка в зерне на уровне 10,5–11,0 %.

По нормативу для I класса подходят все сорта при содержании белка в зерне в среднем 9,5 %. Но стоит отметить, что они не дотягивают до категории «лучших».

По совокупности физико-химических показателей качества зерна можно выделить сорт Фатима: натура — 670 г/л (+40 г/л к нормативу), энергия прорастания — 99,1 % (+4,1 % к нормативу), влажность 12,4 % (норма), содержание белка — 9,9 % (норма).

В условиях вегетационного периода климатические условия оказали влияние на продуктивность изучаемых сортов ячменя пивоваренного и на его качество. В засушливых условиях ни один из испытуемых сортов не показал урожайность, заявленную оригинаторами — выход зерна был среднем на 25–30 % ниже планируемого (рис. 1).

Испытание сортов пивоваренного ячменя по регламенту показало, что лучшая урожайность была у сортов фирмы KWS, которая в среднем составила 2,92 т/га, что на 0,39 т/га больше относительно стандартного сорта Травелер (оригинатор Secobra Recherches, Франция).

Рис. 1. Урожайность различных сортов ячменя, т/га

У сортов фирмы ЭкоНива средняя урожайность равнялась 2,87 т/га, что на 0,05 т/га меньше чем у сортов KWS, но на 0,34 т/га больше стандарта. У испытуемых сортов фирмы Secobra продуктивность была на уровне 2,80 т/га.

Заключение. При скрининге растений пивоваренного ячменя различных сортов на физико-химические свойства зерна выявлено, что лучшие показатели качества были у сорта Фатима (оригинатор Secobra Recherches, Франция).

По адаптационному потенциалу к засушливым условиям вегетации можно выделить сорта Крещендо (оригинатор Secobra Recherches, Франция), Калькюль (оригинатор Maison Florimond Desprez, Франция) и Лаурикка (оригинатор Nordic Seed, Дания), у которых густота стояния растений к уборке и продуктивная кустистость были существенно выше остальных испытуемых сортов и составляли в среднем 315 шт./м^2 и 1,5 шт./раст. соответственно.

Агрономическая эффективность (прибавка урожая относительно стандартного сорта) была выявлена у сортов Крещендо, Лаурика и Калькюль и составляла соответственно 16,2, 11,2 и 16,5 % (или 0,55, 0,38 и 0,56 т/га).

Таким образом, сорта фирмы KWS при проведении дальнейших комплексных исследований имеют хорошие перспективы для широкого внедрения в производство в Тульской области.

Литература

1. Шитикова А.В. Полеводство / А.В. Шитикова. — Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2022. — 200 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-8114-3310-0.

2. Зинченко С.И. Влияние системы приемов основной обработки на продуктивность ячменя в условиях почвенной неоднородности серых лесных почв / С.И. Зинченко // Владимирский земледелец. — 2019. — №2 (88). — С. 20–24. — DOI 10.24411/2225-2584-2019-10061.

3. Шитикова А.В. Эффективность применения минеральных удобрений для получения высокого урожая ярового ячменя / А.В. Шитикова, М.Е. Ламмас // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях: материалы IV Международной научно-практической конференции, Воронеж, 11–12 октября 2022 года. — Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. — С. 295–299.

4. Андреев А.А. Оценка селекционного материала озимой тритикале на продуктивность / А.А. Андреев, М.К. Драчева, И.А. Кутепова // Владимирский земледелец. — 2022. — №1(99). — С. 44–48. — DOI 10.24412/2225-2584-2022-1-44-48.

5. Забалуева Д.В. Новый сорт ярового ячменя Милан / Д.В. Забалуева, З.Е. Сатарина, Л.М. Ерошенко // Владимирский земледелец. — 2022. — №2(100). — С. 39–42. — DOI 10.24412/2225-2584-2022-2-39-42.

6. Забалуева Д.В. Новый сорт ярового ячменя Сударь / Д. В. Забалуева // Владимирский земледелец. — 2019. — №3(89). — С. 30–32. — DOI 10.24411/2225-2584-2019-10077.

УДК 635. 21

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫСОКОГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

В.К. Сердеров, Б.К. Атамов, Д.В. Сердерова
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»
Республика Дагестан, Махачкала, Российская Федерация
E-mail.ru; serderov55@mail.ru

Резюме. *В статье приведены результаты исследований по изучению влияния почвенно-климатических условий при возделывании картофеля в горной провинции Республики Дагестан на поражение и распространение вирусных болезней. Рассмотрены возможности использования благоприятных почвенно-климатических условий высокогорья для организации селекции и разработки новой научно обоснованной системы первичного семеноводства и выбора экономически выгодной схемы выращивания супер-суперэлитного и элитного картофеля на безвирусной основе для обеспечения высококачественным посадочным материалом картофеля.*

Abstract. *The article presents the results of studies on the influence of soil and climatic conditions, during potato cultivation in the mountainous province of the Republic of Dagestan, on the defeat and spread of viral diseases. The possibilities of using favorable soil and climatic conditions of the highlands for the organization of breeding and the development of a new scientifically sound system of primary seed production and the choice of an economically advantageous scheme for growing super-elite and elite.*

Введение. Картофель является культурой универсального использования, а также уникальным продуктом для здорового питания человека и самым значимым в мире растительным источником пищевой энергии среди незлаковых растений. Он отличается прекрасными вкусовыми качествами, хорошими кулинарными свойствами и высоким содержанием питательных веществ и витаминов: С, В, В1, В2, А, РР, К.

Важнейшей задачей сельского хозяйства является обеспечение населения страны продовольствием, а перерабатывающую промышленность необходимым качественным сельскохозяйственным сырьем. Решение этой задачи связано с дальнейшей интенсификацией отрасли, ускорением научно-технического прогресса, совершенствованием экономических отношений, развитием разнообразных форм собственности и видов хозяйствования.

По данным органов госстатистики (ЦСУ) площадь посадок картофеля в республике за 2021 год составила 19,1 тыс. га, и валовой сбор — 356,1 тыс. тонн.

Диаграмма 1. Показатели производства картофеля в Дагестане в разрезе природно-климатических зон за 2021 год

Одним из сдерживающих факторов в деле дальнейшего повышения производства картофеля является отсутствие высококачественного посадочного материала районированных и перспективных сортов в Республике Дагестан.

В деле увеличения производства и получении высоких урожаев картофеля, ведущее место занимает научно обоснованная система семеноводства, задачей которого является сохранение сорта в чистоте и улучшение его семенных качеств [1,6,7,8].

Картофельное растение подвержено целому ряду болезней и если они широко распространены, то наносят большой вред, вызывают потери урожая и снижают качество клубней.

Особое место среди болезней занимают вирусные болезни, которые встречаются повсеместно, где возделывается картофель [1,2,4].

Факторами распространения вирусных болезней являются природно-климатические условия: температура, влажность почвы и воздуха, наличие вблизи посадок пасленовых культур и переносчиков вирусных болезней.

Распространение вирусных болезней происходит с помощью насекомых, в частности тлей, главным переносчиком из которых является персиковая тля, способная передавать более 50 различных вирусов растениям.

Природно-климатические условия с поздно наступающей растянутой весной, открытые земельные массивы без древесной кустарниковой растительности не благоприятны для размножения тлей [1,2,6,7].

Методы исследований. Исследования проводились в 2012-2016 годы отделом плодоовощеводства ФАНЦ РД на полигоне «Курахский», на высоте 2000 метров над уровнем моря [3,5].

Почвенный покров в зоне проведения исследований представлен горными каштановыми среднесуглинистыми почвами. Содержание гумуса — 2,9–3,0%. Питательными веществами эти почвы обеспечены в средней степени: гидролизуемого азота — 2,2–3,5мг/100 г почвы, подвижного фосфора — 2–4 мг/100 г почвы, обменного калия — 12,5–16,5 мг на 100 г почвы.

Результаты исследований. Для изучения влияния климатических условий на развитие вирусных болезней и подбора территории для организации первичного семеноводства на безвирусной основе, сотрудниками Федерального аграрного научного центра республики Дагестан» был завезен из СКНИИГиПСХ, г. Владикавказ, безвирусный семенной материал картофеля, районированный в Республике Дагестан сорта Волжанин, и посажен в различных климатических зонах:

– в высокогорной провинции — с. Куруш, на высоте 2500 м;
– в высокогорной провинции — с. Урсун, на высоте 2000 м;
– в предгорной провинции — с. Микрах, на высоте 1200 м;
– равнинной провинции — Прикаспийская низменность (г. Махачкала).

Для оценки посадок в фазу цветения был проведен визуальный осмотр картофельных кустов на наличие вирусных болезней (таблица 1).

Таблица 1. Влияние климатических условий на поражение растений вирусными болезнями, в%

№	Место выращивания	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
1	с. Куруш	0	0	0	1	2	2
2	с. Урсун	0	0	0	1	3	3
3	с. Микрах	0	2	6,5	9	14	17
4	г. Махачкала	–	0	43	91	–	–

Как показали результаты визуальной оценки, при размножении клонового, безвирусного материала картофеля в горной и высокогорной зонах в течении трех лет, растений с явными признаками вирусных заболеваний не обнаружены. Весь полученный посадочный материал картофеля имел здоровый и выровненный вид.

Необходимо отметить, что у полученного путем верхушечной меристемы материала, выращенного в пробирках и размноженного в теплицах, как правило, ослабевает иммунитет. При возделывании этих растений в открытом грунте, где поблизости есть производственные посевы картофеля, паслёновые культуры, а также благоприятные условия для переносчиков вирусов, освобожденные от вирусов растения за короткий период времени поражаются вирусными болезнями.

Как показали наши исследования, благоприятные условия для размножения освобожденных от вирусов семенного материала до категории супер-суперэлита и элита имеются в горной провинции на высоте 2000 и более метров над уровнем моря, где отсутствуют переносчики вирусных болезней. Здесь, при размножении безвирусного картофеля в течение 5-6 лет у растений укрепляется иммунитет, а при дальнейшем возделывании его в других климатических условиях он сохраняет свои высокие семенные качества.

Элитное семеноводство включает производство суперэлитного и элитного картофеля путем последовательного размножения оригинального семенного материала при одновременном сохранении и поддержании его высокой сортовой чистоты, продуктивных свойств и посевных качеств.

В современной практике первичного семеноводства картофеля применяют два основных способа воспроизводства исходного материала:

– оздоровление сортов на основе меристемной культуры и отбора, лучших меристемных линий, свободных от инфекций, клональное размножение меристемных микрорастений в лабораторных условиях, выращивание безвирусных мини-клубней в защищенном грунте или гидропонных модулях;

– отбор здоровых исходных растений и клонов, в полевых условиях, на основе визуальных оценок и лабораторных методов тестирования на наличие вирусной вироидной и бактериальной инфекции [4]

С целью использования благоприятных природно-климатических условий высокогорья для организации первичного семеноводства на безвирусной основе, а также для размножения новых перспективных сортов и гибридов, а также для проведения исследований был организован высокогорный полигон ФАНЦ РД «Курахский».

Для выполнения этих задач из Северной Осетии — Алания, (Агрофирма «Бавария») был завезен освобожденный от вирусов семенной материал (первое клубневое поколение) районированных в Республике Дагестан сортов картофеля — среднераннего срока созревания Волжанин и Жуковский ранний.

Для получения элитного материала, а также сравнения различных схем выращивания семян супер-суперэлиты и элиты эти сорта были размножены по рекомендованной в нашей стране пятилетней и новой шестилетней схеме.

Таблица 2. Пятилетняя схема выращивания элиты

Годы	Питомники	Сорт	Площадь, га	Наличие вирусов, %	Урожай	
					с делянки, т	т/га
1-й	Отбора клонов	Волжанин	0,01	0	0,274	27,4
		Жуковский	0,01	0	0,291	29,1
2-й	Испытания клонов	Волжанин	0,07	0	2,422	34,6
		Жуковский	0,07	0	2,646	37,8
3-й	Супер-супер элиты	Волжанин	0,5	0	17,2	34,4
		Жуковский	0,6	0	22,68	37,8
4-й	Супер элиты	Волжанин	3,8	1,0	137,6	36,2
		Жуковский	5,0	1,0	190,5	38,1

5-й	Элиты	Волжанин	30	1,8	981,0	32,7
		Жуковский	42	1,2	1465,8	34,9

Как показали результаты исследований, полученный в горных условиях семенной картофель категории элита, выращенный по пятилетней схеме, имел хорошее качество и соответствовал ГОСТу (ГОСТ Р 53136 — 2008 Картофель семенной, ГОСТ 29267 — 91 Оздоровленный семенной материал).

В отличие от пятилетней схемы выращивания элиты, при шестилетней схеме клоновый материал испытывали в течение двух лет (добавляется питомник испытания клонов второго года) таблица 3.

Таблица 3. Шестилетняя схема выращивания элиты

Годы	Питомники	Сорт	Площадь, га	Наличие вирусов, %	Урожай	
					с делянки, т	т/га
1-й	Отбора клонов	Волжанин	0,01	0	0,27	27,4
		Жуковский	0,01	0	0,29	29,1
2-й	Испытания клонов	Волжанин	0,07	0	2,3	34,6
		Жуковский	0,07	0	2,6	37,8
3-й	Испытания клонов 2 года	Волжанин	0,5	0	17,0	34,0
		Жуковский	0,6	0	22,6	37,8
4-й	Супер-супер элиты	Волжанин	3,8	0	129,7	33,9
		Жуковский	5,0	0	175,0	36,5
5-й	Супер элиты	Волжанин	29	1,1	969	33,4
		Жуковский	5,0	1,0	1412	36,2
6-й	Элиты	Волжанин	210	2,1	6760	32,2
		Жуковский	310	1,4	10660	34,4

Как видно из таблицы 3, элита, выращенная в горных условиях по разработанной нашими ученными для условий горной провинции Дагестана шестилетней схеме, также имела хорошее качество семян и соответствовала ГОСТу.

Выводы и предложения.

1. Горная провинция Республики Дагестан характеризуется благоприятными почвенно-климатическими условиями для возделывания картофеля с широким спектром направлений использования, как продовольственного, так и для организации селекции и семеноводства;

2. Проведенные исследования показали, что при использовании шестилетней схемы выращивания элиты, семенной материал, сохраняет свои качества, а его валовой объём увеличивается, в зависимости от возделываемого сорта, в 6,0–7,3 раз.

3. Полученные по предлагаемой схеме партии элитного картофеля, отвечающие требованиям стандартов по посевным и сортовым качествам, поступают в торговый оборот, который реализуется семеноводческим предприятиям или всем картофеле выращивающим хозяйствам.

Литература

1. Анисимов Б.В., Писарев Б.А., Трофимец А.Н. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. — М.: ВНИИКХ. — 2009. — 272 с.

2. Амбросов А.Л. Вирусные болезни картофеля и меры борьбы с ними. — Минск: «Урожай». — 1975. — 208 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат. — 1985. — 352 с.

4. Малько А.М., Николаев А.М., Симаков Е.А. и др. Технологический процесс производства оригинального, элитного и репродуктивного семенного картофеля. Методические рекомендации ВНИИКХ. — М. — 2011. — 35 с.

5. Методика исследований по культуре картофеля. НИИКХ. — М.: Агропромиздат. — 1967. — 114.

6. Ниматулаев Н.М., Сердеров В.К. Методическое пособие по возделыванию картофеля в Республике Дагестан. Монография. — Махачкала: АЛЕФ. — 2022. — 151 с.

7. Сердеров В.К. Организация селекции и семеноводства картофеля в Дагестане. Монография. — Махачкала: АЛЕФ. — 2022. — 157 с.

8. Симаков Е.А., Склярова Н.П., Яшина И.М. методические указания по технологии селекционного процесса картофеля». — М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». — 2006 г. — 72 с.

УДК 633.14«324»631[527+523]

СОСТОЯНИЕ, СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ РЖИ (*SECALE CEREALE L.*) В БЕЛАРУСИ

Э.П. Урбан, С.И. Гордей
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию»
222164, Жодино, ул. Тимирязева, 1, Беларусь
e-mail: hardzeisi@tut.by

Резюме. *В статье изложена история становления селекции ржи в Беларуси, представлены результаты разработки новых и совершенствования существующих подходов и методов селекции, показаны практические результаты создания новых сортов и гибридов F_1 озимой ржи для экологических условий Республики Беларусь.*

Abstract.*The article describes the history of the development of rye breeding in Belarus, presents the results of developing new and improving existing approaches and breeding methods, shows the practical results of new winter rye varieties and F_1 hybrids development for the environmental conditions of the Republic of Belarus.*

Введение. По посевным площадям (4,482 млн. га) и валовому сбору зерна (13,7 млн. т) рожь занимает 7–8 место среди зерновых культур, уступая пшенице, рису, ячменю, кукурузе, просу и овсу, и обеспечивает до 1% от мирового производства зерна, при средней мировой урожайности около 30,64 ц/га

В ряде стран Европы (Германии, Польше, России, Дании, Беларуси, Украине), в так называемых странах «ржаного пояса», рожь наряду с пшеницей является ведущей продовольственной культурой. В этих странах производится около 80% мирового сбора зерна ржи.

Озимая рожь — традиционная и наиболее распространенная зерновая культура в сельскохозяйственном производстве Беларуси. Однако в Беларуси, как и во всем мире, несмотря на заметный рост урожайности, наблюдается сокращение посевных площадей, занимаемых под озимую рожь (рис. 1). На долю озимой ржи приходится до 15–17% пашни отводимой под возделывание зерновых и зернобобовых культур в республике, от 8 до 12% в валовых сборах и государственных заготовках зерновых и зернобобовых. Рожь успешно произрастает на низкоплодородных песчаных, супесчаных, малопригодных дерново-подзолистых кислых почвах, доля которых в Республике Беларусь составляет около 50%.

Рожь в основном выращивается на зерно и может выращиваться совместно с другими культурами, что способствует диверсификации производственных систем, особенно в районах с неблагоприятными условиями произрастания. Это пастбищный злак, который используется для предотвращения ветровой эрозии почвы. Зимостойкость ржи и ее быстрый рост в начале весны в холодном климате делают ее очень удобной зерновой и пастбищной культурой.

Кроме того, она применяется в качестве корма. Однако по сравнению с другими кормовыми злаками ее зерно обладает достаточно низкой кормовой ценностью. Оно образует во рту

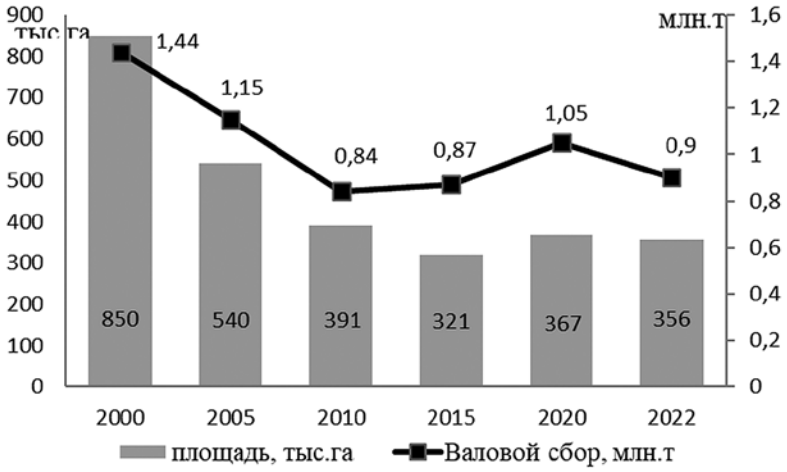


Рис. 1. Посевные площади, урожайность и валовой сбор зерна озимой ржи в Республике Беларусь, 2000–2022 гг.

животного липкую массу и может быть крайне неприятным на вкус, а при наличии спорыньи — даже ядовитым. Несмотря на то, что как пастбищная культура она не очень вкусна, животные охотно потребляют ее, когда другие зеленые корма недоступны. Основное преимущество озимой ржи в качестве фуражной культуры по сравнению с озимой пшеницей или озимой тритикале заключается в том, что она отличается повышенной устойчивостью и достигает оптимальной потребительской зрелости на 7–10 дней раньше.

Создание новых сортов и гибридов этой культуры является одним из основных звеньев в обеспечении высокой урожайности и качества зерна.

Основная цель данной работы — отразить историю становления селекции ржи в Беларуси, представить результаты разработки новых и совершенствования существующих подходов и методов селекции, показать практические результаты создания новых, конкурентоспособных сортов и гибридов озимой ржи продовольственного и кормового направления для экологических условий Республики Беларусь.

Основная часть. Началом научной селекционной работы по ржи в Беларуси считается конец 1930-х — начало 1940-х годов. На первых этапах работа была направлена на увеличение продуктивности возделываемых сортов и велась методами массового и индивидуального отборов из местных популяций. Первые селекционные сорта ржи Партизанская местная и Беняконская получил А. М. Богомолов методом непрерывного отбора из популяций местной ржи и с 1950 г. они были районированы по всем областям Беларуси. Впоследствии по посевным площадям сорт Беняконская стал сортом-миллионером [1; 2].

В дальнейшей селекционной работе широкое применение получил метод формирования сложных популяций из гибридных компонентов, полученных в результате скрещивания сортов разных экологических групп. Опыт показал, что сорта, созданные методом сложных популяций, в большой степени сочетают высокую урожайность с зимостойкостью, устойчивостью к полеганию, качеством зерна. На втором этапе (1971–1980 гг.) методом гибридизации сортов Партизанская местная, Беняконская, Новозыбковская 4 при их свободным переопылении с последующим многократным индивидуально-семейным отбором был создан сорт Дружба, районированный по БССР с 1971 г.

В результате отбора более низкорослых форм из гибридных комбинаций с участием сортов-компонентов Петкусская короткостебельная, Kungs II, Харьковская 60 и короткостебельных форм местной селекции был создан сорт Белорусская 23 (1980 г.). Этот сорт имел более короткий стебель по сравнению со стандартом (Харьковская 60) и превосходил его по устойчивости к полеганию.

Метод экспериментальной полиплоидии является относительно новым направлением в селекции ржи. В Беларуси селекционную работу с тетраплоидными формами озимой ржи на-

чали в 1955 г., когда из ГДР был получен образец тетраплоидной ржи Петкусская тетра. Созданием первого тетраплоидного сорта озимой ржи Белта (Белорусская тетраплоидная) была доказана перспективность метода экспериментальной полиплоидии в селекции озимой ржи.

Сорт Белта по урожайности превышал районированные в то время диплоидные сорта (Беняконская, Партизанская местная, Харьковская 60) до 7–9 ц/га. К тому же он отличался крупным зерном, продуктивным колосом, высоким содержанием переваримого протеина, повышенной устойчивостью к полеганию и был первым отечественным сортом тетраплоидной ржи, районированным сначала в Беларуси (1969), затем в РСФСР, Украине, Молдавии, ГДР и занявшим впоследствии площадь в 1 млн 295 тыс. га.

Большой вклад в развитие селекции озимой ржи в Республике Беларусь внес коллектив ученых-селекционеров под руководством профессора Н.Д. Мухина [3].

Выдающийся селекционер современности, лауреат Нобелевской премии Норманн Борлауг утверждал, что сорт в производстве задерживается свыше пяти лет только там, где неудовлетворительно ведется селекция или плохо организовано семеноводство. Исходя из современных требований в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» разработана стратегия селекции озимой ржи (табл. 1).

Таблица 1. Стратегические направления и методы селекции озимой ржи в Республике Беларусь

Увеличение потенциала продуктивности за счет использования эффекта гетерозиса			
Повышение устойчивости к болезням *(корневые гнили, снежная плесень, септориоз, спорынья, мучнистая роса, бурая ржавчина), создание сортов с комплексной устойчивостью;*			
Увеличение адаптивного потенциала *Генетическая устойчивость к лимитирующим факторам внешней среды (засуха, высокие и низкие температуры, и т. д.)* *Скороспелость(сокращение длины межфазовых периодов).* *Отзывчивость на удобрения и средства защиты.*			
Повышение устойчивости к полеганию *Совершенствование архитектоники растения и фотосинтетического аппарата.* *Использование доноров короткостебельности.*			
Улучшение технологических качеств зерна *Повышение устойчивости к предуборочному прорастанию;* *дальнейшие улучшение качества зернадля целевого использования:* *– хлебопекарное; производство комбикормов; производство крахмала и переработка на спирт.*			
Методы селекции			
Скрининг мирового разнообразия озимой ржи в условиях Беларуси	Экспериментальная полиплоидия	Гибридизация, стабилизирующий отбор	Создание гетерозисных гибридов F_1 на основе ЦМС

В селекционных исследованиях предусматривается скрининг мирового генофонда, выделение источников и создание доноров селекционно-ценных признаков, методов использования в экспериментальной полиплоидии, гибридизации, целенаправленное формирование сложных гибридных популяций, выведение гетерозисных гибридов F_1 на основе ЦМС [4; 5].

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создана система высокопродуктивных сортов с укороченным стеблем, зимостойких, с повышенной устойчивостью к полеганию и прорастанию зерна на корню для почв разного уровня плодородия. В Государственный реестр сортов Республики Беларусь за период 1986–2023 год включено 33 сорта ржи — селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»: тетраплоидные — Пуховчанка, Верасень, Крыжачек, Игуменская, Сяброўка, Завея-2, Спадчына,

Дубинская, Полновесная, Пламя; Пралеска, Зазерская-3, Белая Вежа, Росана, Камея-16; диплоидные — Ясельда, Зуброўка (Зубровка), Зарница, Талисман, Юбилейная, Нива, Бирюза, Лота, Алькора, Офелия, Паўлінка (Павлинка), Голубка, Забава и сорт Вердена зеленоукосного направления; гибриды F_1 — ЛоБел-103, Галинка, Плиса, Белги.

Из сортов иностранной селекции в Беларуси зарегистрированы немецкие гибриды F_1: Пикассо, КВС Боно, КВС Раво, Бонфаер, КВС Ливадо, ЗУ Драйв, ЗУ Мефисто, ЗУ Коссани, КВС Бинто, КВС Доларо, КВС Винетто, ЗУ Перформер, ЗУ Незри, ЗУ Форзетти, ЗУ Бендикс, КВС Серафино.

Сорта озимой ржи селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» районированные в Республике Беларусь имеют достаточно высокий уровень потенциальной продуктивности. Среди диплоидных сортов урожайность, достигнутую в процессе сортоиспытания, на уровне 70–75 ц/га показывают сорта Офелия, Паўлінка (Павлинка), Голубка.

К лучшим тетраплоидным сортам, которые могут формировать урожайность на уровне 65–70 ц/га и выше следует отнести сорта Пламя, Пралеска, Зазерская-3, Белая Вежа, Росана. Высокой урожайностью на уровне 80–90 ц/га и выше отличается гибридная рожь белорусской селекции Лобел-103, Галинка, Плиса; иностранной селекции Пикассо, Зу Драйв, КВС Боно, КВС Раво.

Новые сорта озимой тетраплоидной ржи Веснянка и Жнейка хорошо зарекомендовали себя в Государственном сортоиспытании РФ. По результатам госсортоиспытания эти сорта в 2016–2017 годах включены в Государственный реестр сортов РФ по 2 и 3 регионам.

Сорта ржи селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» занимают около 90 % площадей, отводимых под эту культуру в нашей стране. Площади основных 9 валообразующих сортов предствлены на рисунке 2.

Как видно из гистограммы, наибольший удельный вес составляют 5 сортов: Алькора, Голубка, Офелия, (диплоидные); Паулинка, Пламя, Пралеска (тетраплоидные). Остальные, включенные в Госреестр сорта ржи, не представленные на гистограмме занимают площади менее, чем по 5 тыс.га. каждый.

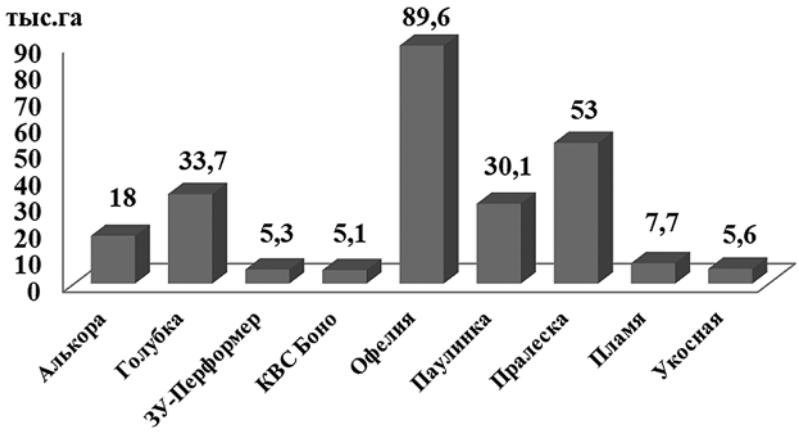


Рис. 2. Посевные площади валообразующих (более 5 тыс.га) сортов и гибридов F_1 ржи в 2023 г.

Следует отметить тенденцию расширения площадей диплоидных сортов в Беларуси, на 2023 год они занимают 65 % всех посевов ржи (рис. 3). Тогда как в начале 90-х годов прошлого века доминировали тетраплоидные сорта, их удельный вес составлял 90 %.

Выводы. В течение почти вековой истории развития селекции озимой ржи, в стране достигнуты значительные результаты: создана система конкурентоспособных сортов продовольственного и кормового направления, соответствующие по своим хозяйственно ценным признакам мировым стандартам. Вместе с тем необходимо решение более новых задач в области генетики и селекции озимой ржи.

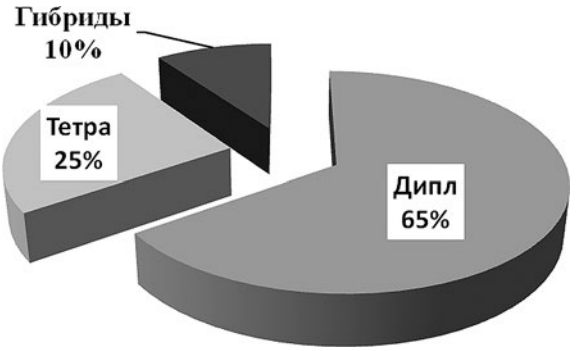


Рис. 3. Удельный вес тетраплоидных, диплоидных сортов и гибридов F_1 (%) ржи в с/х производстве Беларуси (2023 г.)

Для повышения генетического потенциала продуктивности одним из наиболее важных современных направлений является использование гетерозиса [6; 7]. В странах Западной Европы такие работы успешно проводятся уже в течение последних 40 лет. В результате созданы гетерозисные гибриды F_1 озимой ржи, которые в некоторых странах Европы занимают бóльшую часть площадей, отводимых под рожь: Германия, Дания, Швеция. В Беларуси исследования по созданию гетерозисных гибридов F_1 для озимой ржи ведутся с середины 90-х годов прошлого века. Как описано выше, получено и включено в Государственный реестр сортов Республики Беларусь четыре гибрида F_1, также новый гибрид Ризона проходит Государственное испытание.

Вместе с тем, на современном этапе развития молекулярных методов для повышения эффективности селекционного процесса необходимо более широкое использование следующих направлений: генные и хромосомные технологии; ДНК-маркерная селекция, ДНК-типирование, ДНК-диагностика; культура органов и тканей *in vitro* (эмбриокультура, андрогенез, гаплоидия, клональное микроразмножение) [8; 9].

Значимость таких исследований заключается не только в оценке большого объема нового исходного материала озимой ржи, позволяющих сократить сроки создания сортов и гибридов, но также и в выявлении ряда фундаментальных аспектов.

Обобщая все вышеизложенное, можно заключить, что селекция новых сортов и особенно гибридов F_1 озимой ржи с использованием современных молекулярно-генетических методов, являются стратегически значимыми направлениями как в отношении фундаментальных разработок, так и в практическом плане обеспечения продовольственной безопасности в условиях жесткой конкуренции со стороны стран западной Европы.

Литература

1. Богомолов А.М. Вопросы семеноводства озимой ржи в Белоруссии / А.М. Богомолов // Селекция и семеноводство с/х растений в Белоруссии. — Минск. — 1961. — С. 53–62.

2. Богомолов А.М. Сорт — миллионер / А.М. Богомолов // Сельское хозяйство Белоруссии. — 1965. — №2. — С. 15–16.

3. Мухин Н.Д. Методы и результаты селекции озимой ржи в БССР / Мухин А.А. Лаврукович, С.Д. Лаврукович // Тез. докл. V съезда Белорусского общества генетиков и селекционеров. — Горки, 1986. — С. 91–92.

4. Hardzei S. Prospects and problems of hybrid rye breeding in Belarus / S. Hardzei, E. Urban // Plant breeding and seed science. — 2003. — Vol.47. — P. 29–31.

5. Hardzei S. Heterosis in rye / S.Hardzei // UPOV publication. — Geneva. — 2012. — No. 356(E) . — p. 22–28

6. Урбан Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. — Минск: Беларус. навука. — 2009. — 269 с.

7. Geiger H. Hybrid rye and Heterosis / H. Geiger, T. Miedaner // Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops // Coors, J.G. and S. Pandey (ads). — Hrsg.: Madison, Wisconsin, USA. — 1999. — P. 439–450.

8. Привалов Ф.И. Основные результаты и перспективы использования биотехнологии в селекции сельскохозяйственных культур / Ф.И. Привалов, Э.П. Урбан, С.И. Гордей // Молекулярная и прикладная генетика. — 2015 г. — Том 19. — С. 13–24

9. Привалов Ф.И. Генетико-биотехнологические методы в селекции сельскохозяйственных культур / Ф.И. Привалов, С.И.Гордей // Наука и инновации. — 2016 г. — №6. — С. 12–17

УДК 633.11

СОРТ ЯРОВОЙ ПШЕНИЫ ВИТАЛИЯ В УСЛОВИЯХ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

О.А. Фенова, Е.В. Викулина, С.А. Булатова
ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», ул. Центральная, д. 3, п. Новый,
Суздальский р-н, Владимирская обл., Российская Федерация, 601261
E-mail: mail@vnish.org

Резюме. *В статье представлены результаты восьмилетних исследований по селекции яровой пшеницы отдела селекции и семеноводства в сотрудничестве ФГБНУ «Верхневолжского ФАНЦ» с РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Созданный сорт яровой пшеницы Виталия адаптирован и устойчив к биотическим и абиотическим стрессовым факторам внешней среды Нечерноземья.*

Abstract. *The article presents the results of eight years of research on the breeding of spring wheat by the Department of Breeding and Seed Production in cooperation of the Upper Volga Federal State Budgetary Institution with the RUE "NPC of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture". The created variety of Vitaly spring wheat is adapted and resistant to biotic and abiotic stress factors of the environment of the Non-Chernozem region.*

В современных условиях индустриализации производства возросли требования к создаваемым сортам. Сорт является не только важным, но и наиболее экономически выгодным средством увеличения производства сельскохозяйственной продукции [1].

Продуктивность яровой пшеницы носит интегральный характер, слагается из ряда признаков и ее следует рассматривать как результат взаимодействия генотипа сорта с условиями внешней среды. Для получения стабильно высоких урожаев в центральном Нечерноземье РФ важен набор сортов экологически пластичных, адаптированных к изменяющимся по годам погодным условиям, с различным уровнем интенсивности и отзывчивости на агротехнологические приемы возделывания [2].

На данный момент ведётся целенаправленная селекция на создание сортов, способных в различные по климатическим условиям годы формировать зерно для производства хлебобулочных изделий и других продуктов питания [3].

Изучение взаимосвязи уровня урожайности и слагаемых ее структурных элементов свидетельствует о высокой их изменчивости по годам как под влиянием погодных условий, уровня плодородия, степени поражения болезнями и вредителями, так и от генотипов исходных форм [4].

Целью селекционной работы по яровой пшеницы в отделе селекции и семеноводства ФГБНУ «Верхневолжского ФАНЦ» в сотрудничестве с РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» является создание сортов, наиболее адаптированных и эффективных для конкретных условий возделывания в Центральном Нечерноземье РФ.

Условия, материалы и методика исследования. Метеорологические условия вегетационного периода в годы проведения исследований (2015–2022 гг.) характеризовались колеба-

нием температурного режима и влагообеспеченности, были как экстремально сухие (2021 и 2022 гг.), так и избыточно влажные годы (2017 г.), представленные на рисунках 1 и 2.

В Верхневолжском федеральном аграрном научном центре селекция яровой пшеницы ведется по традиционной технологии возделывания зерновых культур, наиболее распространенной для большинства зерносеющих хозяйств Центральной зоны Нечерноземья. Селекционные питомники размещаются на серых лесных среднесуглинистых почвах Владимирского ополья. Агрохимическая характеристика селекционного поля: содержание гумуса от 3,1 до 3,6 %; подвижного фосфора (по Кирсанову) от 207 до 362 мг/кг почвы; обменного K_2O (по Масловой) — от 75 до 124 мг/кг почвы, $pH_{сол.}$ — от 5,2 до 5,6.

Посев селекционных питомников яровой пшеницы проводится в оптимальные для зоны сроки. Предшественник — чистый пар. Предпосевная обработка почвы состоит из боронования и двукратной культивации, под которую вносятся минеральные удобрения из расчета $N_{60}P_{60}K_{60.}$ После посева проводится прикатывание кольчатыми катками.

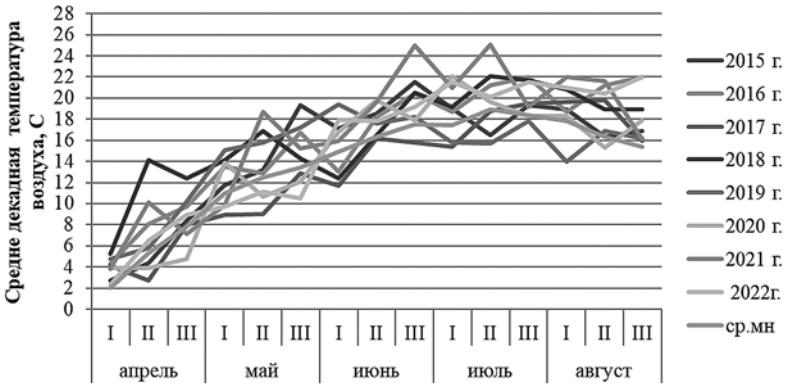


Рис.1. Температурный режим в течение вегетационного периода 2015–2022 гг.

Для посева используются кондиционные семена. В фазу кущения посевы обрабатываются гербицидами и инсектицидами. В технологии выращивания растений в селекционных питомниках не предусматривается применение фунгицидов и ретардантов, так как ведется селекция на устойчивость к болезням и полеганию.

Стандартом в опыте был сорт Сударыня, включенный в Реестры охраняемых селекционных достижений, допущенных к использованию по 2, 3 и 4 регионам РФ и Республике Беларусь. Схема селекционно-семеноводческого процесса общепринятая для самоопыляющихся культур.

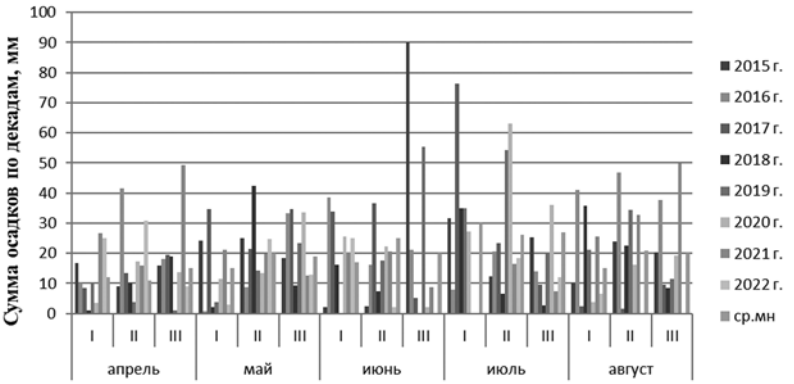


Рис.2. Распределение осадков в течение вегетационного периода 2015–2022 гг.

Учеты, анализы, оценки, фенологические наблюдения и обработка материала в селекционных питомниках проводились согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», т. 1, 2, 1991, «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность», бюллетень Г.К. РФ по испытанию и охране селекционных достижений №4, М., 1995, «Методических указаний ВНИИР», 1985, 1999.

Результаты и обсуждение. В результате многолетнего сотрудничества отдела селекции и семеноводства ФГБНУ «Верхневолжского ФАНЦ» по селекции яровой пшеницы с РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» методом индивидуального отбора из гибридной популяции из F_3 (Валюта х Мунк) был создан сорт мягкой яровой пшеницы — Виталия. В 2019 г. сорт был включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Западному региону РФ и Республике Беларусь.

Морфологические особенности сорта. Растения темно-зеленые, с сильным восковым налетом. Разновидность лютесценс. Куст полупрямостоячий. Стебель средней толщины, прочный, соломина полая, колос цилиндрический, белый, средней плотности, с короткими остевидными отростками на 3/4 колоса, колосковая чешуя овальная, плечо прямое, килевой зубец короткий, умеренно изогнут. Зерно среднее, опушенное, яйцевидной формы, темно-окрашенное с длинным хохолком, бороздка неглубокая.

Сорт среднеспелый, короткостебельный с высотой растения от 60 до 92 см и вегетационным периодом от 78 до 92 дней. Зерно красное, стекловидное, выполненное, по технологическим и хлебопекарным показателям на уровне ценных пшениц. Масса 1000 зерен 37–44 г, натура 790–810 г/л. Виталия является сортом интенсивного типа и предназначен для интенсивных технологий.

На урожайность яровой пшеницы влияет множество факторов — это и обеспеченность элементами питания, погодные условия, технология возделывания, сорт и другие факторы. Недостаток влаги, особенно в критический период роста и развития растений, становится одним из ограничивающих факторов формирования урожая, в частности своевременности выпадения осадков. [5]. В почвенно-климатических и технологических условиях Суздальского района сорт Виталия показал себя продуктивнее, устойчивее к полеганию и болезням по сравнению с урожайным и распространенным в зоне стандартным сортом Сударыня. Это подтверждают данные конкурсного сортоиспытания за период с 2015 по 2022 гг. (рис. 3).

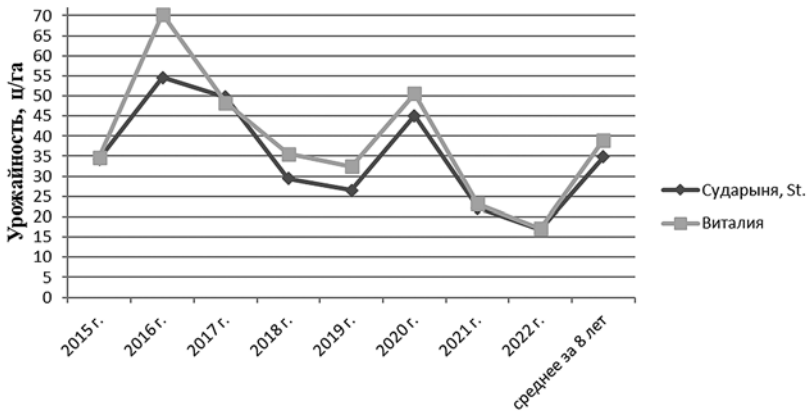


Рис. 3. Урожайность сорта Виталия в сравнении со стандартом в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», ц/га

За 8 лет конкурсного сортоиспытания в Верхневолжском ФАНЦ при выращивании по традиционной технологии без применения средств защиты растений от болезней и полегания средняя урожайность Виталии по годам составила 39,1 ц/га и превысила стандартный сорт Сударыня на 4,3 ц/га. Максимальная урожайность у сорта Виталия была в 2016 г. — 73,0 ц/га, так

как этот год был самым благоприятным по влагообеспеченности почвы и температурному режиму вегетации (рис.1,2). Этот год отличался равномерным выпадением осадков в период вегетации и растения не испытывали недостатка влаги. Остальные годы исследований по погодным условиям были неблагоприятные и сорт в полной мере не смог реализовать генетический потенциал продуктивности. Например, в период с 2018 по 2020 гг. прибавка урожая наблюдалась от 6,2–5,5 ц/га в сравнении со стандартом. Самые неблагоприятные условия вегетации сложились в 2017 г., который отличался прохладной и дождливой погодой в первой его половине, что сильно затянуло начальный период развития пшеницы и существенно отодвинуло календарные сроки наблюдаемых фенологических фаз развития растений до колошения пшеницы. Вторая половина вегетации была теплой и засушливой, что привело сроки дальнейшего наступления фенологических фаз в норму близкую к средней многолетней. Однако налив зерна проходил в условиях недостатка влаги в почве и её сильном уплотнении. Более неблагоприятные по климатическим условиям вегетации 2021 и 2022 гг., отличавшиеся продолжительной жаркой и засушливой погодой в период вегетации сорта. Жаркая и сухая погода в 2021 г. в период от выхода в трубку до восковой спелости и в 2022 г. — от кущения до восковой спелости сократила межфазные периоды растений сорта и значительно снизила урожайность зерна, особенно заметно в 2022 г., когда засушливый период наступил раньше, чем в 2021 г. соответственно.

Таблица 1. Хозяйственно-ценные признаки за годы исследований в КСИ,ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

Сорт	Годы исследований								Среднее по годам
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
	Количество дней вегетационного периода, дни								
Сударыня, St.	88	89	107	79	88	84	68	68	84
Виталия	89	92	109	80	89	86	71	69	86
	Высота растений, см								
Сударыня, St.	70	95	105	73	65	87	59	46	75
Виталия	68	91	92	78	63	80	59	58	74
	Полегание, балл								
Сударыня, St.	8,5	8,8	9	9	9	7	9	9	8,7
Виталия	9	9	9	9	8,5	8,5	9	9	8,9
	Масса 1000 зерен, г								
Сударыня, St.	37,5	30,8	38,5	35,3	37,9	36,8	28,2	34,4	34,9
Виталия	39,1	39,0	43,0	39,3	37,0	37,2	34,1	38,9	38,5

В среднем за исследуемый период в условиях Владимирского ополья пшеница сорта Виталия созревала на 2 дня позднее среднераннего сорта Сударыня и по этому признаку отвечала всем требованиям по срокам спелости для производства зерна в Нечерноземной зоне РФ. По высоте растений в среднем была ниже стандарта на 1 см и обладала высокой устойчивостью к полеганию. Даже при урожайности 73,7ц/га устойчивость к полеганию была оценена в 9 баллов по 9-ти балльной шкале. Средний балл полегания за 8 лет составил 8,9.

Масса 1000 зерен варьировала по годам от 34,1 до 43,0 г, что в среднем на 3,6 г больше чем у стандарта. Кроме того, Виталия обладает более крупным и стекловидным зерном. Содержание сырой клейковины 27,8 % и не опускалось ниже 26,7 %. Содержание сырого протеина — 13,6 %, показатель альвеографа 265 е.а., объемный выход хлеба 760 мл.

Одной из причин хорошего налива зерна сорта Виталии является более высокая устойчивость ее к ржавчинным болезням листьев и стеблей, которые в существующих технологических условиях, не предусматривающих защиту растений от болезней, являются одними из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний яровой пшеницы. Поражение ее болезнями бурой ржавчиной и мучнистой росой доходило до 10 % в отдельные годы (рис.4).

Поражение септориозом было отмечено в 2017 и 2020 гг. и не превышало 5 %, желтой ржавчиной в 2018 и 2020 гг. составило от 10 до 15 % соответственно. Стеблевая ржавчина поражала растения ежегодно не более 5 %, максимальное поражение (25 %) данной болезнью отмечено в 2015 г. По данным показателям сорт относится к высокоустойчивым к мучнистой росе, ржавчинным болезням и септориозу.

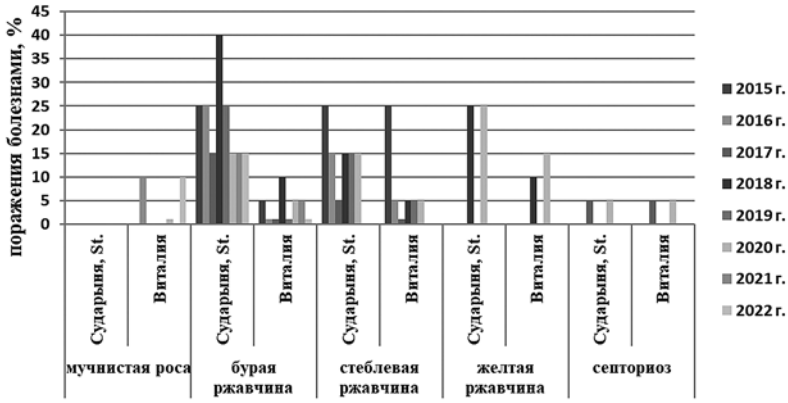


Рис.4. Оценка устойчивости к болезням сорта Виталия в сравнении со стандартом

Выводы. Таким образом, сорт яровой мягкой пшеницы Виталия, созданный при сотрудничестве Верхневолжского федерального аграрного научного центра и Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию в период изучения с 2015 по 2022 гг. показал стабильность в формировании урожайности и качества зерна в различных погодных и технологических условиях Владимирского ополья. По результатам госсортоиспытания сорт Виталия включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Западному и Республике Беларусь, как среднеспелый короткостебельный сорт с высокой устойчивостью к полеганию, ржавчинным болезням, мучнистой росе и с высоким потенциалом продуктивности. Обладая комплексом полезных признаков, представляет интерес для обычных и интенсивных технологий выращивания в различных регионах РФ.

Литература

1. Сандухадзе Б.И. Избранные труды. Селекция озимой пшеницы в центральном регионе Нечерноземья России / М.: Немчиновка. — 2020. — С. 269–274.

2. Неттевич Э.Д. избранные труды Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. М., Немчиновка, 2008; Гончаренко А.А., академик РАСХН, д.с-х. н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ // Слово о жизни и научном творчестве академика РАСХН Э.Д. Неттевича. — С. 5.

3. Игнатьева Г.В. Результаты и направления селекции яровой мягкой пшеницы // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: коллективная монография. Суздаль. — Иваново: ПресСто. — 2015. — Кн. 1. — С. 338–344.

4. Гриб С.И. Инновационная роль сорта в системе адаптивной интенсификации растениеводства // Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы. Материалы Международной научно-практической конференции, Жодино. — 2011. — С. 158.

5. Игнатьева Г.В., Фенова О.А, Булатова С.А., Викулина Е.В. Влияние климатических условий Владимирского ополья на формирование урожайности новых перспективных сортов мягкой яровой пшеницы. // Владимирский земледелец. — 2022. — №4. — С. 52–58.

УДК 330.11:657: 631.162

КОМПЛЕКСНЫЙ ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УЧЕТА ЗАТРАТ В ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

О.В. Гонова
ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, г. Иваново, ул. Советская, д. 45
E-mail: gonovaov@mail.ru

Резюме. *В работе рассматривается комплексный экономико-статистический подход к совершенствованию учета затрат в отрасли растениеводства. Объектом изучения выступает типичное предприятие Ивановского региона, специализирующееся на производстве продукции растениеводства (зерновые культуры). По результатам проведенных исследований дана оценка современного уровня издержек производства в отрасли растениеводства и выявлены сложившиеся тенденции их изменения, намечены пути совершенствования управленческого учета издержек в отрасли.*

Abstract. *The paper considers a comprehensive economic and statistical approach to improving cost accounting in the crop industry. The object of study is a typical enterprise of the Ivanovo region specializing in the production of crop production (grain crops). Based on the results of the conducted research, an assessment of the current level of production costs in the crop industry is given and the current trends of their change are identified, ways to improve the management accounting of costs in the industry are outlined.*

Постановка задачи (проблемы). Растениеводство — одна из основных отраслей сельскохозяйственного производства. Для удовлетворения потребности населения в продовольствии в растениеводстве должен быть обеспечен значительный рост среднегодового валового сбора зерна, повышена урожайность зерновых культур, увеличено производство других основных видов сельскохозяйственной продукции [7]. На кругооборот средств растениеводства, существенный отпечаток накладывает сезонный характер производства, в частности разрыв между периодами производства затрат и выхода продукции. Производственные затраты в отрасли растениеводства совершаются в течение длительного времени, причём, крайне неравномерно; возмещение средств — выхода продукции происходит в момент, определяемый естественными условиями созревания растений. Эти особенности нельзя не учитывать при организации учёта затрат в отрасли [1,4]. Поэтому разработка комплексного экономико-статистического подхода к совершенствованию затрат в отрасли растениеводства является актуальной задачей современной науки.

Становление и развитие рыночных отношений, действие рыночных форм собственности и видов хозяйствования, а также экономических методов управления организациями и их система в агропромышленном комплексе, предполагают разумные и научно-обоснованные преобразования системы бухгалтерского учета затрат и исчисления себестоимости продукции.

Затраты, издержки, себестоимость являются важнейшими экономическими категориями. Их уровень во многом определяет величину прибыли и рентабельность предприятия, эффективность его хозяйственной деятельности [5]. Снижение и оптимизация затрат являются одним из основных направлений совершенствования экономической деятельности каждого предприятия.

В условиях рынка учет затрат, выхода продукции и калькулирования себестоимости занимают доминирующее место в учетном процессе.

Некоторые отечественные экономисты считают, что в условиях рынка нет необходимости детального учета издержек производства и исчисления себестоимости продукции, так как цены на реализуемую продукцию формируются по мере спроса и предложения. Однако автор

работы полагает, что нельзя не учитывать тот факт, что в основе их образования всё же лежит себестоимость.

Принцип оценки продукции по себестоимости объективен, так как он освоен на документальных данных и является для учета одним из основополагающих. Это обусловлено тем, что переход к рыночным отношениям заставляет производство ориентироваться на рыночный спрос, на всемирное снижение издержек производства. При этом себестоимость позволяет выявлять негативные явления, а также принимать научно-обоснованные решения по устранению недостатков. Вместе с тем при организации учета возникают определенные проблемы, связанные с издержками производства и себестоимостью. Так при формировании себестоимости продукции сельскохозяйственного производства важное значение имеет правильная стоимостная оценка входящих в нее затрат на потребление средств производства.

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем методологии и практики отечественного учета является проблема состава текущих издержек производства и обращения учета и калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг).

Результаты исследований. Исследование обозначенной проблемы проводилось на примере типичного сельскохозяйственного предприятия Ивановского региона, в котором отрасль растениеводства представлена производством зерновых культур [6]. Следовательно, на эффективность финансово-хозяйственной деятельности и ее конечный результат оказывает влияние эффективность производства и реализация зерна. Данные показатели в свою очередь, зависят от определенных факторов, одним из важнейших из которых является выручка от продажи, а также себестоимость проданной продукции (табл. 1). Но размер выручки также зависит от себестоимости, следовательно, себестоимость продукции определяющий показатель уровня эффективности производственно-хозяйственной деятельности экономического субъекта, изменения которого напрямую влияют на конечный результат (табл. 2).

Таблица 1.Себестоимость основных видов продукции растениеводства, руб./ц

Продукция	Годы					Темп прироста 200n+5г. к 200n+1 г. в %
	200n+1	200n+2	200n+3	200n+4	200n+5	
Зерновые, всего:	593,52	341,95	543,05	448,16	332,34	–44,01
в т.ч. озимые зерновые	398,54	311,55	426,15	942,37	259,11	–34,99
яровые зерновые	944,58	369,74	802,71	377,77	409,09	–56,69
Зернобобовые	921,17	347,94	207,92	302,94	284,72	–69,09
Картофель	436,03	296,4	1161,51	–	–	–
Однолетние травы						
в т.ч. зеленая масса	121,96	144,54	161,29	15,97	187,84	54,02
Многолетние травы						
в т.ч. сено	208,11	164,41	175,86	195,88	151,94	–26,99
Семена	–	9531,25	13200	7000	8000	–
Зеленая масса	66,72	52,48	56,01	66,17	52,24	–21,7
Выпас (зел. масса)	36,05	23,63	24,9	–	–	–

Таблица 2. Анализ результатов реализации зерновых и зернобобовых культур

Показатели	Годы					Абсолютное отклонение 200n+5г. от 200n+1 г.,(+/–)
	200n+1	200n+2	200n+3	200n+4	200n+5	
Реализовано продукции, ц	210	244	116	203	720	520
Полная себестоимость, тыс. руб.	84	76	84	62	293	209

Показатели	Годы					Абсолютное отклонение 200n+5г. от 200n+1 г.,(+/–)
	200n+1	200n+2	200n+3	200n+4	200n+5	
Выручка от реализации, тыс. руб.	269	112	122	391	1141	872
Прибыль (убыток) от реализации, тыс. руб.	185	36	28	329	848	663
Рентабельность от реализации, %	220,24	47,37	33,3	530,64	289,42	69,2

Проведя анализ данных, представленных в таблице 1 и 2, можно сделать вывод, что реализация продукции зерновых и зернобобовых культур к 200n+5 году значительно увеличилась, по сравнению с 200n+1 годом, а именно на 520 ц. Себестоимость продукции и выручка от ее реализации так же увеличивается и составляет в отчетном году 293 тыс. руб. и 1141 тыс.руб. соответственно. Таким образом, на протяжении всех исследуемых периодов изучаемое предприятие не только получает прибыль от реализации данных культур, но и увеличивает её.

Для комплексной экономико-статистической оценки проведем корреляционно-регрессионный анализ [2, 8] влияния посевной площади, количества сельскохозяйственной техники и затрат на себестоимость продукции растениеводства (зерновые) в агарном предприятии. На основе данных за 5 лет установили зависимость между себестоимостью зерновых и посевной площадью, количества сельскохозяйственной техники и затрат (табл. 3).

Обозначим: X_1 — посевная площадь (га); X_2 — количество сельскохозяйственной техники (ед); X_3 — затраты (тыс. руб.). Y — себестоимость зерновых (руб. за 1 ц).

Таблица 3.Исходные данные корреляционно — регрессионного анализа

Годы	200n+1	200n+2	200n+3	200n+4	200n+5
X_1, посевная площадь (га)	560	579	588	591	591
X_2, количество сельскохозяйственной техники (ед.)	19	20	20	20	21
X_3, затраты (тыс. руб.)	10357	9489	9974	9849	12144
Y, себестоимость зерновых (руб. за 1 ц)	593,52	341,95	543,05	448,16	332,34

Для расчета коэффициента парной линейной корреляции Пирсона автор провел вспомогательные расчеты и свел их в таблицу 4.

Таблица 4. Вспомогательные расчеты корреляционно — регрессионного анализа

Годы	Вычисления							
	X_1	X_1^2	X_2^2	X_3^2	Y^2	X_1*Y	X_2*Y	X_3*Y
200n+1	560	313600	361	107267449	352266	332371,2	11276,88	6147087
200n+2	579	335241	400	90041121	116929,8	197989,1	6839	3244764
200n+3	588	345744	400	99480676	294903,3	319313,4	10861	5416381
200n+4	591	349281	400	97002801	200847,4	264862,6	8963,2	4413928
200n+5	591	349281	441	147476736	110449,9	196412,9	6979,14	4035937
Сумма	2909	1693147	2002	541268783	1075396	1310949	44919,22	23258096
Среднее	581,8	338629,4	1001	108253757	215079,3	262189,8	8983,844	4651619

На основе исходных данных можно построить диаграмму рассеивания (рис.1, 2, 3).

По расположению точек на диаграммах рассеивания может быть выдвинута гипотеза о наличии отрицательной и достаточно тесной корреляции между показателями. С уменьшением влияния посевной площади, количества сельскохозяйственной техники и затрат себестоимость зерновых уменьшается.

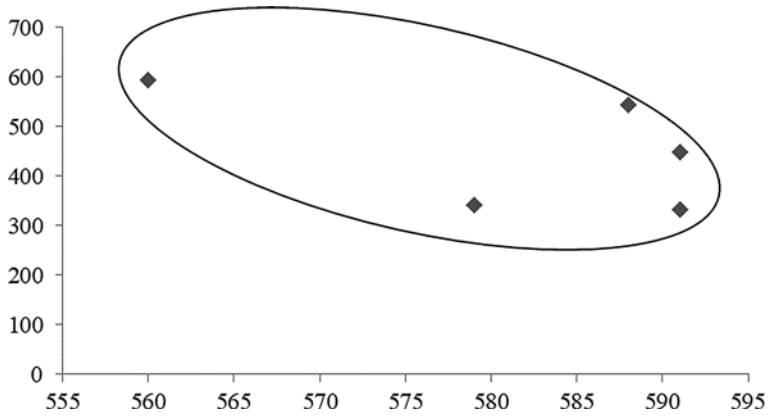


Рис. 1. Зависимость себестоимости зерновых культур от посевной площади

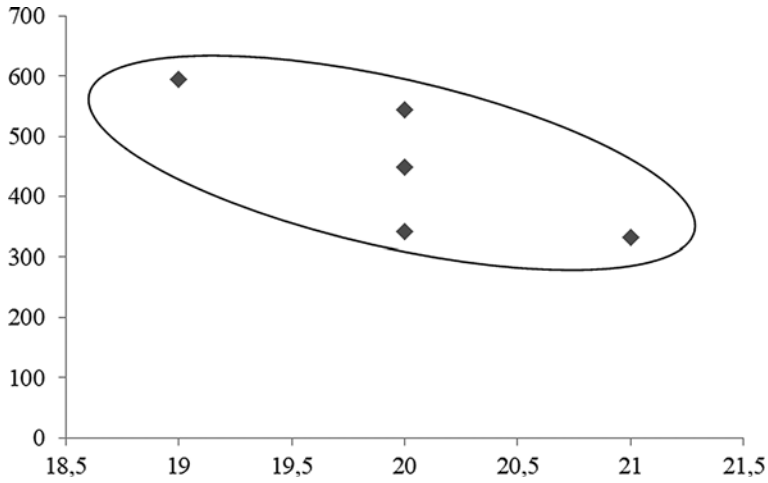


Рис. 2. Зависимость себестоимости зерновых культур от количества сельскохозяйственной техники

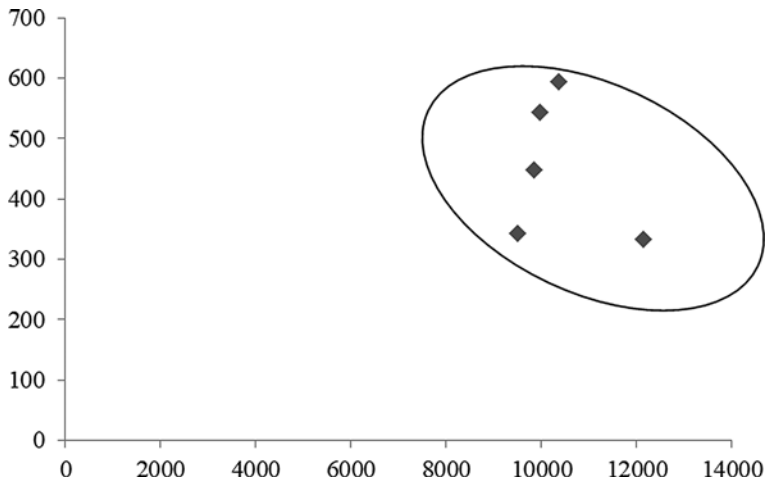


Рис. 3. Зависимость себестоимости зерновых культур от затрат

Автором рассчитан коэффициент парной линейной корреляции Пирсона:

$$r_{xy1} = \frac{\overline{x * y} - \overline{x} * \overline{y}}{G_x * G_y}, \quad (1)$$

где G — среднее квадратическое отклонение

$$G_{x1} = \sqrt{\overline{x^2} - \overline{x}^2} = \sqrt{338629{,}4 - 338491{,}24} = \sqrt{138{,}16} = 11{,}75$$

$$G_{x2} = \sqrt{\overline{x^2} - \overline{x}^2} = \sqrt{1001{,}4 - 400} = \sqrt{601} = 24{,}25$$

$$G_{x3} = \sqrt{\overline{x^2} - \overline{x}^2} = \sqrt{108253757 - 107383479} = \sqrt{870278} = 932{,}89$$

$$G_{y} = \sqrt{\overline{y^2} - \overline{y}^2} = \sqrt{215079{,}3 - 204123{,}24} = \sqrt{10956{,}06} = 104{,}67$$

$$r_{xy1} = \frac{262189{,}8 - 262857{,}24}{11{,}75 * 104{,}67} = -0{,}54$$

$$r_{xy2} = \frac{8983{,}84 - 9036}{24{,}51 * 104{,}67} = -0{,}02$$

$$r_{xy3} = \frac{4651619 - 4681822{,}68}{932{,}89 * 104{,}67} = -0{,}31$$

Далее строится уравнение парной линейной регрессии, характеризующее связь между посевной площадью, количеством сельскохозяйственной техники, затратами и себестоимостью.

$$\tilde{y}_x = a + b * x \text{ — уравнение парной регрессии} \quad (2)$$

$$b = \frac{\overline{x * y} - \overline{x} * \overline{y}}{\sigma_x^2}, \; a = \overline{y} - b * \overline{x}, \quad (3)$$

где $\overline{y}, \overline{x}, \overline{xy}$ — средние значения, σ_x^2 — дисперсия признака x.

Ниже представлены полученные уравнения:

$\tilde{y}_1 = 3261{,}89 - 4{,}83 * x$

$\tilde{y}_2 = 453{,}6 - 0{,}09 * x$

$\tilde{y}_3 = 762{,}66 - 0{,}03 * x$

Таблица 5. Расчет коэффициентов уравнения парной регрессии

Коэффициент	a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	b_3	σ_1^2	σ_2^2	σ_3^2
Значение	3261,89	453,6	762,66	–4,83	–0,09	–0,03	138,06	600,74	870283,75

Полученные в таблице 5 результаты расчетов показывают, что с уменьшением посевной площади себестоимость зерновых снизится на 4,83 руб., из-за снижения количества сельскохозяйственной техники себестоимость зерновых снизится на 0,09 руб., и уменьшение затрат снизит себестоимость зерновых на 0,03 руб.

На следующем этапе исследования рассчитаем корреляционное отклонение и коэффициент детерминации.

Таблица 6. Исходные данные для определения коэффициента детерминации и корреляционного отношения

Год	X_1	X_2	X_3	Y	$\tilde{y}_1$	$\tilde{y}_2$	$\tilde{y}_3$	$(y-\overline{y})^2$	$(\tilde{y}_1-\overline{y})^2$	$(\tilde{y}_2-\overline{y})^2$	$(\tilde{y}_3-\overline{y})^2$	$(y-\tilde{y}_1)^2$	$(y-\tilde{y}_2)^2$	$(y-\tilde{y}_3)^2$
200n+1	560	19	10357	593,52	557,09	451,89	451,95	20084,56	11085,98	0,0081	0,02	1327,14	20059,06	20042,06
200n+2	579	20	9489	341,95	465,32	451,8	477,99	12067,02	182,79	0	685,91	15220,16	12067,02	18506,88
200n+3	588	20	9974	543,05	421,85	451,8	463,44	8326,56	897	0	135,49	14689,44	8326,562	6337,75
200n+4	591	20	9849	448,16	407,36	451,8	467,19	13,25	1974,91	0	236,85	1664,64	13,2496	362,14
200n+5	591	21	12144	332,34	407,36	451,71	398,34	14270,69	1974,91	0,008	2857,97	5628	14249,2	4356
Сумма	2909	100	51813	2259,02	2258,98	2259	2258,86	54762,08	16115,59	0,016	3916,24	38529,38	54715,09	49604,84

$$R^2 = \frac{\sum(\tilde{y}_x - \bar{y})^2}{\sum(y_x - \bar{y})^2} \quad (4)$$

$R_1^2 = 0{,}294$
$R_2^2 = 0{,}72$
$R_3^2 = 0{,}07$

$$R_1 = \sqrt{1 - \frac{\sum(y - \tilde{y}_x)^2}{\sum(y - \bar{y})^2}} = 0{,}54$$

$R_2 = 0{,}03$
$R_3 = 0{,}31$

Коэффициент детерминации обычно выражают в процентах [9]. Этот коэффициент показывает, что вариация себестоимости зерновых по годам на 29,4 % объясняется вариацией посевной площади, на долю остальных неучтённых факторов приходится 70,6 % вариации. Вариация себестоимости зерновых культур по годам на 72 % объясняется вариацией сельскохозяйственной техники, на долю остальных неучтённых факторов приходится 28 % вариации. Вариация себестоимости зерновых по годам на 7 % объясняется вариацией затрат, на долю остальных неучтённых факторов приходится 93 % вариации.

Автором рассчитан прогнозируемый уровень себестоимости зерновых. По уравнению регрессии для заданного исследуемого фактора вычисляется прогноз для результативного показателя.

Прогноз по линейному уравнению регрессии строится в два этапа.

Точечный прогноз:

$$\tilde{y}_{xk} = a + b * x_k \quad (5)$$

$\tilde{y}_{xk} = 3261{,}89 - 4{,}83 * 639{,}98 = 170{,}79$
$\tilde{y}_{xk} = 453{,}6 - 0{,}09 * 22 = 451{,}62$
$\tilde{y}_{xk} = 762{,}66 - 0{,}03 * 11398{,}86 = 420{,}69$

2. *Определение доверительного интервала:*

Величина доверительного интервала зависит от стандартной ошибки прогнозирования значения y при заданном значении x_k и доверительной вероятности $\tilde{y}_{xk} - t * m_{\tilde{y}xk} \le \tilde{y}_{xk} \le \tilde{y}_{xk} + t * m_{\tilde{y}xk}$, где t значение из статистической таблицы при заданной доверительной вероятности 95 % и степени свободы n – 2=3.

$$\overline{m_{\tilde{y}xk}} = S_{ост} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{(x_k - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2} + 1} = 1{,}5 * 12843{,}13 = 19264{,}7$$

$$\overline{m_{\tilde{y}xk}} = S_{ост} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{(x_k - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2} + 1} = 1{,}5 * 18238{,}36 = 27357{,}54$$

$$\overline{m_{\tilde{y}xk}} = S_{ост} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{(x_k - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2} + 1} = 2{,}5 * 16534{,}95 = 41337{,}38$$

$$S_{ост} = \sqrt{\frac{\sum(y - \tilde{y})^2}{n - p}} = 12843{,}13\text{t} = 3{,}182$$

$$S_{ост} = \sqrt{\frac{\sum(y - \tilde{y})^2}{n - p}} = 18238{,}36$$

$$S_{ост} = \sqrt{\frac{\sum (y - \tilde{y})^2}{n - p}} = 16534{,}95$$

– $61129{,}49 \le \tilde{y}_{t_k}$ 61471,07

– $86600{,}07 \le \tilde{y}_{t_k}$ 87503,31

– $131114{,}85 \le \tilde{y}_{t_k}$ 131956,23

Рассчитан показатель ранговой корреляции Спирмена (табл. 7).

$$r_s = 1 - \frac{6 * \sum_{i=1}^{n} (P_{xi} - P_{yi})^2}{n^3 - n}, \qquad (6)$$

где n — число наблюдений, $P_{xi} - P_{yi}$ — разность между рангами признаков x и y для i-го наблюдения

$$r_s = 1 - \frac{6 * 31{,}5}{5^3 - 5} = 1 - \frac{189}{120} = 1 - 1{,}58 = -0{,}58$$

$$r_s = 1 - \frac{6 * 27{,}75}{5^3 - 5} = 1 - \frac{166{,}5}{120} = 1 - 1{,}39 = -0{,}39$$

$$r_s = 1 - \frac{6 * 20}{5^3 - 5} = 1 - \frac{120}{120} = 1 - 1 = 0$$

Таблица 7. Расчеты для определения ранговой корреляции Спиремена

Годы	X_1	X_2	X_3	Y	Px_1	Px_2	Px_3	Py	$(Px_1 - Py)^2$	$(Px_2 - Py)^2$	$(Px_3 - Py)^2$
200n+1	560	19	10357	593,52	1	1	4	5	16	9	1
200n+2	579	20	9489	341,95	2	2,5	1	2	0	0,25	1
200n+3	588	20	9974	543,05	3	2,5	3	4	1	2,25	1
200n+4	591	20	9849	448,16	4,5	2,5	2	3	2,25	0,25	1
200n+5	591	21	12144	332,34	4,5	5	5	1	12,25	16	16
Сумма	2909	100	51813	2259,02	–	–	–	–	31,5	27,75	20

Таблица 8. Расчеты для определения ранговой корреляции Кендалла

X_1	X_2	X_3	Y	Px_1	Px_2	Px_3	Py	Совпадение	Совпадение	Совпадение	Инверсия
560	19	10357	593,52	1	1	4	5	4	4	1	4
579	20	9489	341,95	2	2,5	1	2	3	1	3	1
588	20	9974	543,05	3	2,5	3	4	2	1	1	2
591	20	9849	448,16	4,5	2,5	2	3	0	1	1	1
591	21	12144	332,34	4,5	3	5	1	0	0	0	0
2909	100	51813	2259,02	–	–	–	–	9	7	6	8

$$\tau = \frac{2 * (P - Q)}{n * (n - 1)} \qquad (7)$$

$$\tau = \frac{2 * (9 - 8)}{5 * (5 - 1)} = \frac{2}{20} = 0{,}1$$

$$\tau = \frac{2 * (7 - 8)}{5 * (5 - 1)} = \frac{2}{20} = 0{,}1$$

$$\tau = \frac{2*(6-8)}{5*(5-1)} = \frac{4}{20} = 0,2$$

Проведя корреляционно-регрессионный анализ влияния посевной площади, количества сельскохозяйственной техники и затрат на себестоимость зерновых культур автор сделал вывод о том, что связь между показателями отрицательная, т.е. снижение факторов будет снижать себестоимость зерновых. Наибольшее влияние оказывает показатель посевной площади, если ее снизить, то себестоимость зерновых сократится на 4,38 руб.

Управление затратами подразумевает целый комплекс мероприятий, направленных на снижение и контроль затрат [3,10]. Процесс создания системы управления затратами на предприятии можно разбить на несколько этапов (рис. 4).

Наиболее полно и объективно особенности сельскохозяйственного производства, и в большей степени растениеводства, можно учесть, используя попроцессный метод учета затрат. В наше время возникла необходимость революционных обновлений и модернизаций всех сторон деятельности предприятия, в связи с чем и попроцессный метод приобрел несколько иные особенности.

В настоящее время вместо создания структур на основе набора функций, деятельность компании организуется вокруг нескольких основных бизнес-процессов со специфическими целями в каждом из них. Такая структура представляет собой плоскую иерархию: сокращается вертикальное администрирование, взаимоувязываются фрагментарные задачи, устраняются работы, которые не обеспечивают получения добавленной стоимости, тем самым минимизируется деятельность внутри каждого процесса.

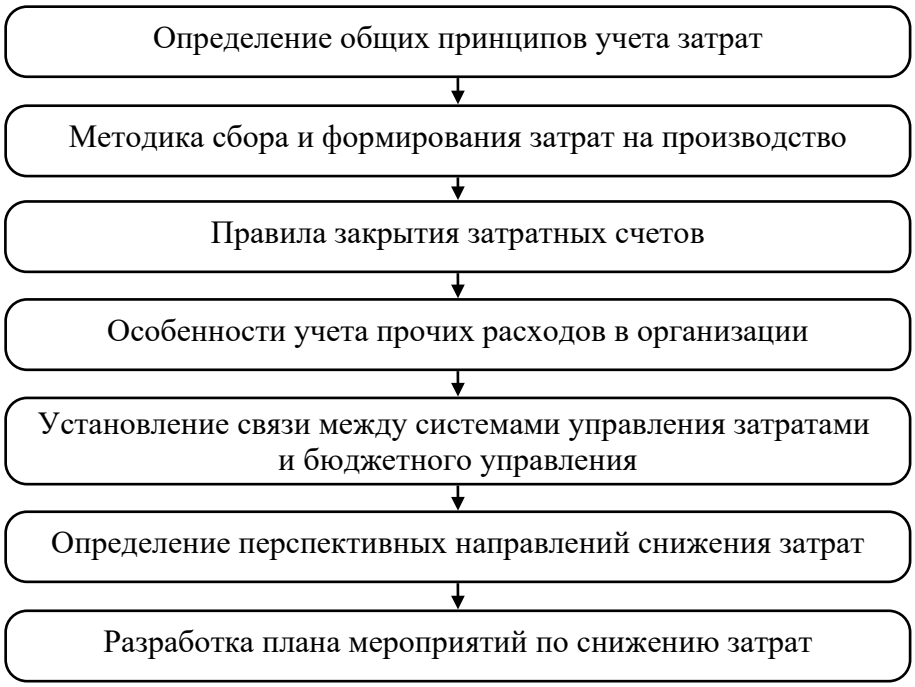


Рис. 4. — Этапы создания системы управления затратами на предприятии

На основании вышеизложенного предложен вариант учета затрат с использованием процессно-ориентированного подхода, суть которого — выделение бизнес-процессов в соответствии с направлениями деятельности.

Для каждого вида деятельности при попроцессном методе устанавливается определенный вид драйвера затрат.

Автор считает возможным использовать традиционную нумерацию счетов по учету затрат по местам их формирования (по процессам) (счета 20–29). Кроме того, в составе бизнес-про-

цесса следует выделять операционные (основные) процессы, связанные непосредственно с изготовлением продукции, и вспомогательные процессы, обслуживающие основные.

Следует отметить принципиальную особенность попроцессного метода: прямые затраты (в частности, материалы) относят непосредственно на себестоимость калькулируемого объекта, а косвенные распределяют согласно драйверам затрат видов деятельности.

Виды синтетических счетов по бизнес-процессам и аналитических счетов по процессам (подпроцессам) и видам деятельности устанавливаются согласно реестру или «Справочнику бизнес-процессов», который необходим для предприятий процессно-ориентированной структуры управления.

Справочник представляет собой полный перечень определений процессов (подпроцессов) и видов деятельности, включая их подробные описания и ключевые характеристики, а также информацию о других возможных атрибутах: драйверах затрат, их количественной и стоимостной величинах и т.д.

Для учетных операций второго уровня (учет затрат по объектам калькулирования) автором предлагается (как вариант) ввести счета управленческого учета, рекомендованные Инструкцией по применению Плана счетов для учета затрат по элементам (счета 30–39 «Затраты по объектам калькулирования»). Аналитические счета к ним могут быть открыты в разрезе детализированных объектов калькулирования.

В таблице 9 рассмотрим вариант ведения управленческого учета на предприятии с двумя системами счетов.

Таблица 9. Взаимосвязь счетов производственной и финансовой бухгалтериипри попроцессном методе учета затрат

Финансовая бухгалтерия			Содержание хозяйственной Операции	Производственная бухгалтерия		
Сумма, руб.	Корреспондирующие счета			Корреспондирующие счета		Сумма, руб.
	Д-т	К-т		Д-т	К-т	
7080	30	60	1. Оприходованы на склад материалы: семена, удобрения, средства защиты растений и др.	10	30	7080
			2. Отпущены материалы:			
			2.1) в производство	20	10	3540
			2.2) на общепроизводственные нужды	25	10	2124
			2.3) на общехозяйственные нужды	26	10	1416
7670	31	70	3. Начислена заработная плата персоналу организации (полеводам, агроному, комбайнеру и др.), всего:			
			3.1) основным производственным рабочим	20	31	3776
			3.2) общепроизводственному персоналу	25	31	2360
			3.3) общехозяйственному персоналу	26	31	1534
2079	32	69	4. Начислены платежи на социальное страхование и обеспечение, всего:			
			4.1) по основным производственным рабочим	20	32	1023
			4.2) общепроизводственному персоналу	25	32	640
			4.3) общехозяйственному персоналу	26	32	417
4012	33	02	5. Начислены амортизационные отчисления по основным средствам, всего:	–	–	–
			5.1) по общепроизводственным объектам	25	33	2537
			5.2) по общехозяйственным объектам	26	33	1475
1770	34	51	6. Оплачены прочие производственные расходы	26	34	1770
			7. Списаны общепроизводственные расходы	20	25	7661
			8. Сдана на склад готовая продукция	43	20	16000

			9. Признана выручка от продажи	62	90	27140
			10. Списана фактическая производственная себестоимость проданной продукции	27	43	12272
			11. Списаны общехозяйственные расходы	27	26	6612
6667	39	90	12. Оценены остатки материальных ценностей на конец отчетного года	–	–	–
			13. Закрытие счетов:	–	–	–
7080	35	30	13.1) счета материальных затрат	–	–	–
7670	35	31	13.2) счета затрат на оплату труда	–	–	–
2079	35	32	13.3) счета отчислений на социальные нужды	–	–	–
4012	35	33	13.4) счета амортизации	–	–	–
1770	35	34	13.5) счета прочих затрат	–	–	–
22611	90	35	14. Закрытие счета расходов по обычной деятельности	–	–	–

Из приведенной схемы учетных записей в финансовой и производственной бухгалтерии видно, что отражающими в этом случае являются счета элементов издержек и дублирующий счет 90 «Продажи». Кроме того, в плане счетов бухгалтерского (финансового) учета предусматривается обобщающий счет 35 «Расходы по обычной деятельности», а в перечне счетов управленческой бухгалтерии счета 27 «Результаты производственной деятельности» и 43 «Готовая продукция».

После разноски сумм по счетам финансового и управленческого Учета и подсчета оборотов в итоге и по кредиту счетов 30–34 производственной бухгалтерии будут учтены кредитовые обороты затрат по элементам, слагающим их общую величину. В финансовой бухгалтерии они представлены лишь общей суммой. На счете 27 «Результаты производственной деятельности», который рекомендуется вести по цехам, участкам и другим подразделениям основной деятельности, сопоставляется выручка от продаж и фактическая себестоимость проданной продукции, выполненных работ и оказанных услуг. Если финансовый результат, отраженный на счетах управленческого учета, скорректировать на оцененные остатки материалов, незавершенного производства и готовой продукции, то получим итог, идентичный данным финансовой бухгалтерии.

Выводы. По результатам системного рассмотрения теоретических основ и практических вопросов, касающихся бухгалтерского учета методов калькулирования себестоимости продукции растениеводства и экономико-статистического анализа её себестоимости на предприятии можно сформулировать выводы об уровне соответствующей учётно–аналитической системы и рекомендовать использование новых предложенных в работе мероприятий, позволяющих совершенствовать учет и снизить себестоимость продукции. Одна из наиболее актуальных проблем большинства российских предприятий — необоснованный и неконтролируемый рост затрат. Для решения этой проблемы необходима четкая программа по управлению затратами, экономии ресурсов и максимизации отдачи от них.

На основании проведенного исследования, сформулирован ряд выводов в части учетно-аналитической работы по формированию себестоимости сельскохозяйственной продукции в условиях рыночной экономики. Отдельные положения, которых заключаются в следующем:

Изучение теоретических аспектов учетно–аналитических проблем оценки и формирования себестоимости продукции растениеводства, позволило говорить о том, что в настоящее время одной из наиболее актуальных проблем методологии и практики отечественного учета является определение состава текущих издержек производства и обращения учета и калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг).

Основными задачами для сельскохозяйственных предприятий Ивановской области являются повышение энергоэффективности производства до уровня, обеспечивающего конкурентоспособность производимой продукции на региональном рынке, увеличение объемов произ-

водства и реализации продукции при сохранении или снижении объемов потребления первичных видов ресурсов.

На основании анализа положения по учету затрат и калькулированию себестоимости сельскохозяйственной продукции автором сделан вывод: жесткая привязка видов производств к затратным счетам (20 и 23) в виде субсчетов ограничивает возможность проведения оперативного, гибкого, сравнительного анализа, позволяющего субъектам управления более объективно оценивать эффективность бизнес-процессов.

На основании вышеизложенного предложен вариант учета затрат с использованием процессно-ориентированного подхода, суть которого — выделение бизнес-процессов в соответствии с направлениями деятельности.

При этом предлагается вести учет с использованием свободных номеров счетов и открыть следующие собирательно-распределительные счета по элементам затрат: 30 «Материальные затраты», 31 «Оплата труда», 32 «Отчисления на социальные нужды», 33 «Амортизация основных средств», 34 «Работы и услуги сторонних организаций», 35 «Прочие затраты».

Реализация внесенных предложений позволит улучшить формирование полной, достоверной и своевременной информации о хозяйственных процессах и результатах деятельности организации, необходимой для оперативного управления.

Литература

1. Белов Н.Г., Хоружий Л.И. Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве: учебник — М.: Экскмо, 2010. — 608с.;

2. Гонова О. Практическая реализация математической модели параметрической диагностики состояния сельского хозяйства Ивановской области / О. Гонова // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2009. — №6. — С. 30–31.

3. Гонова О.В. Совершенствование учета затрат и повышение эффективности сельскохозяйственного производства/ О.В. Гонова, О.В. Стулова, А.А. Малыгин // Бухучет в сельском хозяйстве. — 2015. — №9. — С. 50–57.

4. Гонова О.В., Малыгин А.А. Системный подход и его применение к минимизации рисков в сельскохозяйственном производстве (на материалах Ивановской области) // Вестник АПК Верхневолжья. — 2013. — №3 (23). — С.11–15.

5. Гонова, О. В. Системный подход к исследованию экономической безопасности и устойчивости регионального развития / О.В. Гонова, А.А. Малыгин, Ю.Н. Тарасова // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: Материалы межрегиональной научно-методической конференции, Иваново, 27–28 марта 2014 года. — Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева. — 2014. — С. 107–112.

6. Гонова О.В. Перспективы устойчивого развития зернового производства Ивановского региона / О.В. Гонова, А.А. Малыгин, В.А. Лукина // Аграрный вестник Верхневолжья. — 2018. — №2(23). — С. 132–135.

7. Журкина Т.А. Учет и анализ затрат в отрасли растениеводства / Т.А. Журкина, Н.Н. Межерицкая, Л. Н. Измайлова // Экономика и предпринимательство. — 2015. — №10–2(63). — С. 789–791.

8. Малыгин А. А. Формирование системы экономико-математических показателей оценки рисков сельскохозяйственного производства / А.А. Малыгин // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. — 2013. — №1(33). — С. 43–48.

9. Лукина В.А. Экономико-математическое моделирование плана производства продукции малого предприятия сферы АПК: практический аспект / В.А. Лукина // Статистика в цифровой экономике: обучение и использование: материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01–02 февраля 2018 года. — Санкт-Петербург:

Санкт-Петербургский государственный экономический университет. — 2018. — С. 194–195. — EDN YQSSVT.

10. Пожидаева, Т.А. Методические аспекты внутрихозяйственного контроля за материальными затратами на производство продукции / Т.А. Пожидаева // Экономический анализ: теория и практика. — 2013. — №36(3)

УДК 334.012: 631.1

МНОГОУКЛАДНОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ: ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

О.В. Исаева
ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»
346735, Ростовская область, Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская,1
olga.isaeva-84@yandex.ru

Резюме. *В статье представлены краткие результаты функционирования различных форм хозяйствования системы многоукладного сельского хозяйства нашей страны под влиянием перемен во внутренних и внешних условиях развития АПК России. Даны авторские прогнозные тенденции развития аграрной структуры в среднесрочной перспективе.*

Abstract.*The article presents brief results of the functioning of various forms of management in the system of multicultural agriculture of our country under the influence of changes in the internal and external conditions of the development of the agro-industrial complex of Russia. The author's forecast trends in the development of the agrarian structure in the medium term are given.*

Аграрный сектор экономики России представлен многоукладной структурой форм хозяйствования, каждая из которых отличается по типу, размерам, построением организационных и технологических процессов, специализацией, уровнем эффективности производства и другим признакам. При этом в совокупности разные формы хозяйств, дополняя друг друга, образуют многоукладную систему сельского хозяйства страны [1, 2].

Современное функционирование аграрного сектора России осуществляется в рамках реализации Федерального закона №264-ФЗ от 29.12.2006 г. «О развитии сельского хозяйства» [3], Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (далее — Госпрограмма), пролонгированной до 2030 г. [4], Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 гг. [5], Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации [6], Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [7], а также иных федеральных целевых и ведомственных программ развития агропромышленного комплекса, учитывающих ключевые положения Стратегии национальной безопасности Российской Федерации [8], Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года [9] и иных документов стратегического планирования.

В последние годы произошло резкое изменение и корректировка как внешних, так и внутренних условий развития АПК страны. Основные изменения коснулись в первую очередь правил ведения производственной и экспортно-торговой деятельности (рис. 1). Следует отметить, что изменение внешних условий влечет корректировку внутренних механизмов развития агросектора страны, и наоборот.

С учетом влияния внешних и внутренних изменений торгово-экономического пространства России в последние годы вектор развития аграрного сектора экономики России представлен разнонаправленными тенденциями. С одной стороны идет ежегодный рост (пусть и незначительный) объемов производства в фермерском секторе, тогда как хозяйства населения с

Рис.1. Изменение внутренних и внешних условий развития АПК России (авторская разработка)

разной степенью интенсивности сокращают свое производство. Если говорить о деятельности сельхозорганизаций и крупных агроформирований, то на фоне общей тенденции к росту производства, в отдельные годы (например, 2021 г.) отмечается просадка, индекс производства составляет менее 100% в сравнении с предыдущим периодом [10].

В структуре аграрного производства России неоспоримо лидерство сельхозорганизаций, которыми производится чуть более 60% валового объема сельхозпродукции (по предварительным данным Росстата за 2022 г.). На втором месте по объемам производства расположились хозяйства населения, на долю которых приходится 23,4% продукции сельского хозяйства [11]. Однако вклад индивидуальных хозяйств граждан имеет устойчивую тенденцию ежегодного сокращения. Возрастает роль крестьянско-фермерского сектора (включая индивидуальных предпринимателей).

Возрастание роли фермерского сектора происходит на фоне достаточно интенсивного увеличения земельных наделов в среднем на одно хозяйство. По итогам ВСХП 2006 г. и 2016 г., а также Сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. отмечено укрупнение земельных наделов по общим землям с 103 га в 2006 г. до 247,9 га в 2016 г. (увеличение почти в 2,5 раза); по сельхозугодиям — с 84,7 га до 226,5 га в 2016 г. (+2,7 раза), до 352 га в 2021 г. (+4,2 раза) [11].

По данным за 2006 и 2016 гг. средний размер земельных ресурсов в сельхозорганизациях варьирует от 6 тыс. га до 8 тыс. га. Только небольшая доля предприятий обладает большими площадями сельхозземель и имеет тенденцию к расширению (более 40 тыс. га): в 2006 г. — 0,9%, в 2016 г. — уже 1,2%. В предварительных данных сельхозмикропереписи 2021 г. отсутствует информация по обеспеченности хозяйств общими земельными площадями, что затрудняет оценку динамики их изменения.

Крупные агроструктуры остаются лидерами в производстве зерновых и зернобобовых культур (68,6%), подсолнечника (63,6%), сахарной свеклы (91,1%), скота и птицы на убой (в убойном весе) (81,2), молока (56,2%), яиц (81,2%). Нарастили объемы производства фермеры — до 30,3% производства зерновых и зернобобовых культур, 36,0% подсолнечника, 20,3% овощей, 9,1% молока [11]. Следует отметить, что структурная составляющая фермерских хозяйств в производстве животноводческой продукции остается невысокой. В хозяйствах населения по основным видам продукции отмечается сокращение производства, что привело к снижению их структурной составляющей.

В целях оценки вероятной модели многоукладного сельского хозяйства России на среднесрочную перспективу составлена прогнозная модель развития агросектора.

Прогнозная картина аграрной структуры свидетельствует о вероятном сохранении многоукладного сельского хозяйства с превалированием роли крупного агробизнеса. При этом вероятно укрепление фермерского сектора при одновременном снижении роли хозяйств населения в сельхозпроизводстве России (рис. 2).

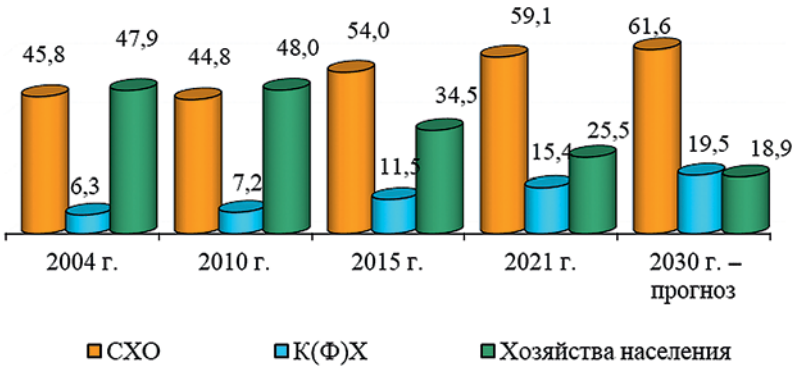


Рис.2. Прогноз структуры производства продукции сельского хозяйства РФ по формам хозяйствования на 2030 г., % (авторские расчеты)

Прогноз отраслевой аграрной структуры России свидетельствует о следующем:

– в производстве растениеводческой и животноводческой продукции сохранится лидерство крупного и среднего агробизнеса;

– для крестьянско-фермерских хозяйств с разными темпами прогнозируется рост доли производства продукции по отраслям, тогда как для хозяйств населения наиболее вероятно сокращение доли производства как растениеводческой, так и животноводческой продукции.

Анализ итогов развития сельскохозяйственной отрасли страны свидетельствует о сохранении многоукладной аграрной структуры с тенденцией укрупнения хозяйствующих субъектов. Изменение в структурной составляющей агросектора, а также внешних и внутренних условий хозяйствования требуют непрерывного изменения государственной аграрной полити-

ки с учетом меняющихся тенденций. В свою очередь построение прогнозной модели развития агросектора дает возможность, при необходимости, скорректировать государственную аграрную политику в целях актуализации мер и направлений господдержки с соблюдением паритетности выделяемых бюджетных ресурсов, методов и механизмов регулирования АПК, задач и конечных целей принятия управленческих решений в части совершенствования системы госуправления аграрной отраслью.

Литература

1. Тарасов А.Н. Многоукладность в российском сельском хозяйстве: текущее состояние и концепция развития: монография / А.Н. Тарасов, О.В. Исаева, М.А. Холодова и др.; ВНИИЭиН-филиал ФГБНУ ФРАНЦ. — Ростов н/Д: Изд-во ООО «АзовПринт». — 2019. — 256 с.
2. Тарасов А.Н. Организационно-экономический механизм развития различных форм хозяйствования в аграрном секторе АПК в условиях новой экономической реальности: монография / А.Н. Тарасов, О.В. Исаева, М.А. Холодова и др.; ВНИИЭиН-филиал ФГБНУ ФРАНЦ. — Ростов н/Д: Изд-во ООО «АзовПринт». — 2020. — 264 с. DOI: 10.34924/FRARC.2020.58.75.001
3. Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 №264-ФЗ (ред. от 30.12.2021 №475-ФЗ). — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/ (дата обращения 26.04.2023)
4. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, утв. Постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 №717. — URL: https://docs.cntd.ru/document/902361843 (дата обращения 26.04.2023)
5. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017 — 2030 гг., утв. Постановлением Правительства РФ от 25.08.2017 №996 (ред. от 13.05.2022 Постановление Правительства №872). — URL: https://docs.cntd.ru/document/436761964 (дата обращения 26.04.2023)
6. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, утв. Постановлением Правительства РФ от 14.05.2021 №731. — URL: https://docs.cntd.ru/document/603604725 (дата обращения 26.04.2023)
7. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утв. Указом Президента РФ от 21.01.2020 №20. — URL: https://docs.cntd.ru/document/564161398 (дата обращения 26.04.2023)
8. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утв. Указом Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. №400. — URL: https://docs.cntd.ru/document/607148290 (дата обращения 26.04.2023)
9. Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года, утв. Указом Президента Российской Федерации от 13.05.2017 г. №208. — URL: https://docs.cntd.ru/document/420398070 (дата обращения 26.04.2023)
10. Исаева О.В. Современное состояние и прогнозная модель развития аграрной структуры отечественного АПК // Аграрный вестник Урала. 2022. — №6 (221). — С. 78–87.
11. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. — URL: https://rosstat.gov.ru (дата обращения 17.04.2023)

УДК: 613.2.03; 631.14; 332.14

ПОВЫШЕНИЕ ПОЛЕЗНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ АПК КАК ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ)

В.В. Каргинова-Губинова, А.Д. Волков

Институт экономики — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»; пр. А. Невского 50, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030
E-mail: vkarginowa@yandex.ru, kov8vol@gmail.com

Резюме. *Качество питания существенно влияет на здоровье населения. На основании данных проведённого социологического опроса с использованием методов дескриптивной статистики, корреляционного и кластерного анализов показаны особенности пищевых стратегий граждан. Даны рекомендации для эффективного развития АПК и улучшения здоровья населения.*
Abstract. *The quality of nutrition significantly affects the health of the population. Based on the data of the conducted survey of citizens using the methods of descriptive statistics, correlation and cluster analysis the low degree of tracking the usefulness and environmental friendliness of the consumed products is shown. The recommendations for the effective development of the agroindustrial complex and the improvement of public health are given.*

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-20504, https://rscf.ru/project/22-28-20504/, проводимого совместно с органами власти Республики Карелия с финансированием из Фонда венчурных инвестиций Республики Карелия (ФВИ РК).

Качество человеческого капитала является одним из главных факторов, определяющих способность территории к устойчивому развитию, а ключевой характеристикой человеческого капитала можно считать уровень здоровья [1]. Ранее проведённые исследования отмечали, что пищевое поведение населения оказывает существенное влияние на подверженность заболеваниям (см., например, [2]). При этом северные регионы Российской Федерации и Республика Карелия, в частности, характеризуются высокими уровнями заболеваемости и смертности. Принимая это во внимание, изучение пищевых стратегий граждан на примере Республики Карелия для повышения качества человеческого капитала выглядит актуальным.

Целью данной работы являются оценка роли стратегий питания в уровне здоровья населения, формирование типологии пищевого поведения, принципов и институтов повышения качества потребляемых продуктов, в том числе за счёт экологизации агропромышленного комплекса (АПК).

Исследование построено на данных социологического опроса, проведённого в 2022 году среди сотрудников одного крупного предприятия Республики Карелия. Для анализа данных были использованы методы описательной статистики, корреляционный и кластерный анализы.

Теоретическая значимость заключается в формировании авторского методологического подхода к оценке пищевых стратегий граждан, показанной институциональной роли инструментов с комплиментарным эффектом и выделении некоторых качественных различий стимулирующимх и дестимулирующих поведенческих институтов.

Практическая значимость определяется сделанными рекомендациями для производителей полезных продуктов питания, в том числе органической продукции, по её эффективному позиционированию и продвижению на рынке, а также разработанными принципами и конкретными инструментами по повышению уровня здоровья населения.

Пищевые привычки граждан влияют на уровень их здоровья, некоторые исследователи даже считают качество питания ключевым фактором здоровья. В частности, показано, что потребление пищи более высокой калорийности, чем необходимо, может привести к нарушению работы сердца и желудка, повышенному давлению [3]. Избыточное потребление сахара увеличивает риск диабета, а также имеет другие негативные последствия для здоровья, особенно женщин и детей [4]. Чрезмерное употребление соли повышает артериальное давление и смертность от хронических заболеваний [5]. Дефицит белка замедляет рост и не позволяет

поддерживать мышечную массу [6], недостаток клетчатки приводит к нехватке ключевых метаболитов [2].

Органические продукты питания часто рассматриваются как более полезные для здоровья, это объясняется большим содержанием биологически активных соединений и меньшим — вредных, например, синтетических удобрений, пестицидов [7]. В то же время нельзя не учитывать, что содержание в экологически чистых растительных продуктах, например, витамина С и фенольных соединений значительно зависит от используемых удобрений, возраста растений при сборе урожая и погодных условий [8].

Несмотря на то, что экономическая эффективность превентивных мер обеспечения здоровья во многих сферах соответствует эффективности лечения, предпочтительность превентивных механизмов связана с существенным превышением их социального эффекта [9]. Основываясь на показанном влиянии на здоровье граждан качества их питания, обеспечение оптимальных пищевых стратегий поведения населения можно признать одной из важнейших превентивных мер здравоохранения. При этом отмечается, что в настоящее время для Российской Федерации крайне ограничены имеющиеся данные для анализа риска ухудшения здоровья граждан в связи с их питанием, возможность построения комплексных математических моделей отсутствует [10]. Следовательно, осложнено и институциональное регулирование пищевого поведения населения.

Так, в соответствии с положением об организации системы федеральных статистических наблюдений по социально-демографическим проблемам и мониторинга экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2010 г. №946, выборочное обследование рациона питания производится один раз в пять лет, последнее было проведено в 2018 году. При этом подход, применяемый в рамках данного обследования, делает акцент на фиксацию частоты потребления определённых видов продукции (мяса, овощей и т.д.), но не их характеристик, которые могут существенно различаться среди продуктов одной группы, а их выбор может быть обусловлен вкусовыми предпочтениями, не ориентацией на здоровье.

Таким образом, проведённый литературный обзор показал важность обеспечения качественного питания как превентивной меры предотвращения заболеваемости и преждевременной смертности граждан. При этом остаются неизученными возможности институционального регулирования пищевых стратегий поведения, поскольку отсутствуют актуальные данные об их текущих характеристиках. Принимая это во внимание, с учётом цели данного исследования, было проведено авторское социологическое анкетирование граждан, ориентированное на изучение важности ключевых показателей полезности продуктов.

Анкетирование проводилось в августе 2022 года на одном крупном предприятии Медвежьегорского района Республики Карелия. Было опрошено 125 респондентов. В анкету были включены вопросы о поле, возрасте, образовании, жизненном уровне семьи, должности и оцениваемом уровне здоровья. Кроме того, респондентам необходимо было указать, следят ли они за калорийностью рациона; содержанием белков, жиров, углеводов в продуктах; содержанием поваренной соли; содержанием сахара; содержанием клетчатки; экологическими характеристиками продуктов.

Анализ ответов осуществлялся с использованием методов дескриптивной статистики и корреляционного анализа (расчёта V-коэффициента Крамера и уровня его статистической значимости). Также был проведён двухэтапный кластерный анализ по шести категориальным переменным, указывающим на наличие или отсутствие отслеживания респондентами определённых характеристик потребляемых продуктов питания. Мерой расстояния выступило Log-правдоподобие, число кластеров было установлено на основании Байесовского информационного критерия (BIC).

Проведённое исследование показало, что наиболее часто респонденты следят за содержанием сахара в продуктах, это характерно для 31,2% опрошенных (см. таблицу 1). Чуть

меньшая доля отслеживает калорийность рациона, содержание поваренной соли и экологические характеристики продуктов. Наименьшее внимание респонденты уделяют содержанию клетчатки.

Таблица 1. Популярность определенных типов пищевого поведения

Номер типа поведения	Тип поведения	Доля респондентов, %
1	Отслеживание: калорийности рациона	27,2
2	содержания белков, жиров, углеводов в продуктах	13,6
3	содержания поваренной соли в продуктах	26,4
4	содержания сахара в продуктах	31,2
5	содержания клетчатки в продуктах	8,0
6	экологических характеристик продуктов	26,4

Источник: составлено авторами

При этом наблюдается статистически значимая взаимосвязь между всеми типами пищевого поведения, за исключением:

- отслеживания калорийности рациона и содержания в продуктах соли и сахара, а также экологических характеристик продуктов,
- отслеживания содержания белков, жиров, углеводов и сахара в продуктах (см. таблицу 2).

Таблица 2. Связь изучаемых типов пищевого поведения: V-коэффициент Крамера, в скобках уровень статистической значимости

Номер типа поведения	1	2	3	4	5
2	0,387 (<0,001)				
3	0,001 (0,991)	0,186 (0,038)			
4	0,054 (0,546)	0,085 (0,340)	0,537 (<0,001)		
5	0,284 (0,002)	0,399 (<0,001)	0,292 (0,001)	0,183 (0,040)	
6	0,083 (0,356)	0,186 (0,038)	0,218 (0,015)	0,184 (0,039)	0,425 (<0,001)

Источник: составлено авторами

В то же время, заметная связь существует лишь в отношении отслеживания содержания соли и сахара в продуктах.

Проведённый кластерный анализ позволил выделить пять групп респондентов по виду их пищевого поведения (см. таблицу 3). Почти треть опрошенных (самая многочисленная группа) не отслеживают изучаемые характеристики продуктов питания, и только 4,8 % обращают внимание на все показатели.

Таблица 3. Типология пищевого поведения

Номер группы	Доля респондентов, %	Описание
1	19,2	Преимущественно отслеживают калорийность рациона (83,3 %), из них 30,0 % следят и за содержанием в продуктах белков, жиров и углеводов.
2	19,2	Следят за содержанием сахара в продуктах (100,0 %) и 54,2 % — и за содержанием соли.

Номер группы	Доля респондентов, %	Описание
3	24,8	Преимущественно отслеживают экологические характеристики продуктов (80,7%), из них 32,0% следят и за содержанием в продуктах соли, 36,0% — сахара.
4	4,8	Преимущественно следят за всеми изучаемыми характеристиками продуктов (83,3%).
5	32,0	Не следят за всеми изучаемыми показателями продуктов (100,0%).
ИТОГО	100,0	

Источник: составлено авторами

С помощью расчёта V-коэффициента Крамера было подтверждено отсутствие статистически значимой взаимосвязи между демографическими, социальными, экономическими характеристиками респондентов и их видом пищевого поведения (группой, определённой в ходе кластерного анализа) (см. таблицу 4).

Таблица 4. Зависимость вида пищевого поведения от характеристик респондентов

Характеристика	V-коэффициент Крамера	Уровень статистической значимости
Пол	0,109	0,832
Возраст	0,560	0,486
Образование	0,156	0,742
Жизненный уровень семьи	0,211	0,164
Должность	0,201	0,732
Оцениваемый уровень здоровья	0,133	0,881

Источник: составлено авторами

Таким образом, проведённое исследование показало, что пищевые стратегии большинства респондентов не предполагают отслеживания многих характеристик полезности продуктов питания. Так, лишь ограниченная доля опрошенных (8,0%) следит за содержанием клетчатки в своём рационе. Соответственно, актуальной задачей становится совершенствование пищевой культуры поведения, обеспечение понимания важности отдельных показателей пищевых продуктов.

Повышение уровня здоровья населения возможно с помощью институциональных механизмов в рамках двух направлений: первое предполагает усиления связи между общественно желательными типами поведения (обеспечение комплексного отслеживания характеристик рациона), второе — рост удовлетворённости населения более полезными продуктами питания и, как следствие, увеличение доли граждан, их потребляющих.

Отметим, что первое направление представляет собой достаточно сложную и долгосрочную задачу, связанную с необходимостью учёта социокультурных норм и укоренившихся практик поведения. В то же время, за счёт административных инструментов возможно изменение самих продуктов питания, обеспечение сочетания тех характеристик продуктов, которые в настоящее время не отслеживаются одними и теми же респондентами. В данном случае речь идёт о необходимости снижения соли и сахара в низкокалорийных продуктах, причём последнее, скорее всего, уже реализовано, поскольку сахар является достаточно калорийным; в сладкой продукции должно быть максимально полезное сочетание белков, жиров и углеводов. Потенциально это можно сделать с помощью корректировки ГОСТов, нормативных регламентов отраслевых союзов, предоставления государственной и муниципальной поддержки тем производителям, чьи товары являются наиболее полезными для здоровья, однако, безусловно, реализация данных мер на практике, принимая во внимание технологические особенности изготовления, транспортировки и хранения пищевой продукции, затруднена.

С учётом вышеизложенного, более перспективным представляется второе из обозначенных направлений трансформации пищевого поведения, а именно повышение удовлетворённости полезными продуктами питания. Ориентируясь на сформированную типологию респондентов, можно заключить, что для большей удовлетворённости низкокалорийной продукцией необходимо обеспечить оптимальное сочетание в ней белков, жиров и углеводов; несладкие продукты не должны иметь повышенного содержания соли и, в первую очередь, так называемой «скрытой соли», которая есть в хлебобулочных изделиях, молочной продукции и т.д. Для распространения органических продуктов питания её не стоит позиционировать как низкокалорийную, однако важно достичь оптимального содержания в ней сахара и соли.

Сегментирование потребителей по таким общепринятым параметрам, как пол, возраст и уровень образования в данном случае нецелесообразно, так как связь между этими характеристиками и видом пищевого поведения отсутствует.

Таким образом, обобщая итоги исследования, ещё раз подчеркнём, что одним из факторов повышения уровня здоровья населения является трансформация его пищевого поведения, которая, однако, значительно осложняется необходимостью учёта существующих социокультурных норм и укоренившихся практик, ограниченной легитимностью институционального регулирования данного процесса, а также низкой экономической эффективностью возможных административных институтов. В связи с этим выглядит целесообразным приоритетное внедрение инструментов не дестимулирования общественно нежелательных пищевых стратегий, а стимулирования прочих, благоприятствующих повышению здоровья нации. Такие инструменты могут предполагать и описанные выше изменения состава полезных продуктов питания, составленные на основе типологии пищевого поведения респондентов и направленные на повышение их удовлетворённости продукцией, распространение её приобретения.

При этом положительное воздействие на здоровье населения от предлагаемых изменений будет достигнуто и за счёт общего повышения полезности продуктов питания, формирования комплиментарного эффекта от их потребления. Отметим, что в настоящее время инструменты формирования комплиментарного эффекта уже используются в сфере здравоохранения. В частности, в 2022–2026 годах в Российской Федерации проводится эксперимент по обогащению пищевых продуктов йодом. Несмотря на высокий процент эндокринных заболеваний и наблюдаемый дефицит йода у жителей Республики Карелия, этот регион не попал в число территорий проведения эксперимента. Дополнительная минерализация и витаминизация продуктов питания, производимых в Карелии, позволила бы решить некоторые общесистемные проблемы здоровья населения, связанные с дефицитом йода, низким качеством воды и т.д. При этом важно учитывать совместимость конкретного минерала и витамина с продуктами питания разных групп.

Также ключевым направлением является обеспечение граждан органическими продуктами питания, особенно местными, что, в свою очередь, требует экономической поддержки фермерских хозяйств. Комплиментарным эффектом от распространения органических продуктов питания будет снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Учёт социокультурного и институционального пространства регионов, приоритетное внимание стимулирующим, а не дестимулирующим инструментам в трансформации пищевых стратегий поведения, как и использование механизмов с комплиментарным эффектом повысят эффективность превентивных мер здравоохранения. В свою очередь это совместно с экологизацией АПК станет основой поддержания качества человеческого капитала региона на высоком уровне, будет способствовать устойчивому развитию территории.

Литература

1. Каргинова-Губинова В.В. Человеческий капитал и окружающая среда как факторы устойчивого развития: приоритеты предприятий Карельской Арктики // Векторы благополучия: экономика и социум. — 2022. — Том 45. №2. — С. 1–20. DOI: 10.18799/26584956/2022/2/1157.

2. Makki K., Deehan E.C., Walter J., Bäckhed F. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease // Cell Host & Microbe. 2018. Vol. 23. №6. — P. 705–715. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.05.012.

3. VanIttalie T.B., Lew E.A. Assessment of morbidity and mortality risk in the overweight patient // Treatment of the seriously obese patient. T.A. Wadden, T.B. VanIttalie (eds.). New York: Guilford Press, 1992. — P. 3–32.

4. Misra V., Shrivastava A.K., Shukla S., Ansari M.I. Effect of sugar intake towards human health // Saudi Journal of Medicine. 2016. Vol. 1. №2. — P. 29–36. DOI: 10.21276/sjm.2016.1.2.2.

5. Joossens J., Geboers J. Dietary salt and risks to health // American journal of clinical nutrition. 1987. Vol. 45. №5. — P. 1277–1288.

6. Henley E.C., Taylor J.R.N., Obukosia S.D. Chapter 2 — The Importance of Dietary Protein in Human Health: Combating Protein Deficiency in Sub-Saharan Africa through Transgenic Biofortified Sorghum // Advances in Food and Nutrition Research. 2010. Vol. 60. — P. 21–52. DOI: https://doi.org/10.1016/S1043-4526(10)60002-2.

7. Hurtado-Barroso S., Tresserra-Rimbau A., Vallverdú-Queralt A., Lamuela-Raventós R.M. Organic food and the impact on human health // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. Vol. 59. №4. — P. 704–714. DOI: 10.1080/10408398.2017.1394815.

8. Huber M., Rembiałkowska E., Średnicka D., Bügel S., van de Vijver L.P.L. Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research // NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences. 2011. Vol. 58. №3–4. — P. 103–109. DOI: 10.1016/j.njas.2011.01.004.

9. Cohen J.T., Neumann P.J., Weinstein M.C. Does Preventive Care Save Money? Health Economics and the Presidential Candidates // New England Journal of Medicine. 2008. Vol. 358. №7. — P. 661–663. DOI: 10.1056/nejmp0708558.

10. Мажаева Т.В., Вараксин А.Н. Анализ национальных показателей здорового питания // Профилактическая медицина. — 2019. — Том 22. №4. — С. 2035–2042. DOI: https://doi.org/10.17116/profmed20192204235.

УДК 631.8+338.001.3

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Л.К. Коновалова, В.В. Окорков

ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», РФ, Владимирская область, Суздальский р-н, п. Новый, ул. Центральная, д.3

E-mail: ludmila12345678910@gmail.com, okorkovvv@yandex.ru

***Резюме**. В статье представлены результаты расчета и анализ показателей производственно-экономической оценки агротехнологий с дифференциацией систем и интенсивности (доз) удобрения сельскохозяйственных культур в 7-польном зернопаротравяном севообороте.*

***Abstract**. The article describes the calculated results and analysis of indicators of production and economic estimation of agro technologys with the differentiation of fertilizer systems and fertilizer intensity (dozes) for agro crops in the 7-fild grain-fallowgrass crop rotation*

Введение. Одной из целей долгосрочной государственной аграрной политики, отправные моменты которой обозначены в Указе Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», является реальный рост экспорта несырьевых неэнергетических товаров не менее 70 процентов по сравнению с показателем 2020 года [1]. Уже сейчас наша страна является одним из крупнейших мировых экспортеров зерна. Так, в 2020 году на долю США приходилось 15,7 % от всего объема мировой торговли, России — 15,2 %, стран Евросоюза — 15 %, Австралии — 13 %, Канады — 11 % и Ар-

гентины — 7 % [2, с. 98]. Несмотря на успехи последних лет в области производства зерновых культур, которые позволили полностью обеспечить внутренние потребности в зерне пшеницы и ячменя и увеличение экспортных ресурсов, в экономике страны остается задача увеличения объемов производства этих стратегических культур. Во Владимирской области существуют необходимые условия для производства озимой и яровой пшеницы, а также ячменя с достаточно высокими показателями качества зерна. При этом непреложной истиной в науке и практике является то, что пшеница практически не выносит монокультуры и должна возделываться в севообороте.

В.И. Кирюшин в работе [3, с. 33] высказывает мысль о необходимости гармонизации земледелия и животноводства, что, в частности, связано с установлением рациональной доли кормовых культур в структуре посевных площадей. Эта доля должна определяться потребностями животноводства в кормах и необходимостью иметь хорошие и отличные предшественники для зерновых культур. Этому требованию в принципе отвечает традиционный для Верхневолжья вид севооборота «зернопаротравяной».

В связи с этим нами поставлена цель исследования — провести производственно-экономическую оценку технологий возделывания сельскохозяйственных культур в традиционном для зоны Владимирского ополья зернопаротравяном севообороте и выявить влияние различных систем удобрения на их производственную и экономическую эффективность.

Материалы и методы. В работе были использованы следующие методы: сравнительный анализ, корреляционно-регрессионный анализ, методика калькулирования себестоимости продукции «Директ-костинг». Источниками информации послужили: научная литература, результаты экспериментальных исследований, проведенных в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ в 2016–2022 гг. Изучалась производственно-экономическая эффективность технологии возделывания сельскохозяйственных культур в 4-й ротации 7-польного зернопаротравяного севооборота со следующим чередованием культур: занятой пар (викоовсяная смесь на сено) — яровая пшеница — овес с подсевом многолетних трав — многолетние травы 1-го года пользования — многолетние травы 2-го года пользования — яровая пшеница — ячмень. В данном севообороте доля зерновых культур оставляет 57 %, доля многолетних трав — 29 %. Оценка проводилась по 17-ти вариантам опыта, включающим органическую, минеральную, органоминеральную и фосфорно-калийную системы удобрения.

Для анализа использовали следующие оценочные показатели: урожайность, затраты труда на 1 гектар посевной площади, переменные производственные затраты (без амортизации) на 1 га площади и 1 ц продукции, условный чистый доход с 1 га и окупаемость затрат выручкой от реализации продукции. Произведенная продукция оценена в ценах в среднем за 2016–2020 годы по Российской Федерации.

Результаты и обсуждение. Проведение производственно-экономической оценки технологий в отношении получения урожая при выращивании сельскохозяйственных культур в севообороте с использованием различных систем удобрения дало следующие результаты. В таблице 1 представлены показатели оценки в целом по севообороту, в таблицах 2 и 3 — в разрезе отдельных культур.

Данные показывают, что наиболее эффективной с экономической точки зрения в зернопаротравяном севообороте является органическая система удобрения с дозами навоза КРС 40 и 80 т/га. Им соответствуют самые высокие величины условного чистого дохода, получаемого с гектара (16 457 и 16 506 руб., соответственно), а также окупаемости затрат (2,15 и 2,06 руб./руб.). Однако органические системы оказались малопродуктивными в отношении получения урожая. Полученная урожайность (в центнерах зерновых единиц с 1 га) на 11–14 % ниже, чем при органоминеральной системе удобрения. Минеральная система удобрения дает более высокую урожайность, чем органическая (40,5–42,2 ц з. ед./га), но уступает ей по экономическим показателям.

Органоминеральная система обеспечивает самый высокий уровень урожайности по сравнению с другими системами. Последний находится в пределах 41,9–44,0 ц/га. При этом экономические показатели значительно варьируют по отдельным вариантам. Так, самый высокий удельный доход в рамках органоминеральной системы достигается при схеме «Ф + $Н_{60}$ + $N_{40}Р_{40}К_{40}$» (15 903 руб.), а самая высокая окупаемость затрат — в варианте «Ф+$Н_{40}$+$N_{40}Р_{40}К_{40}$» (1,80 руб./руб.). Последнему варианту также соответствует высокий уровень дохода, равный 15 730 руб./га.

Что касается фосфорно-калийных систем удобрения (минеральных и органоминеральных), не содержащих минеральный азот, то они оказались малоэффективными с производственной (продукционной) точки зрения при средней экономической эффективности. Ряд показателей (табл. 1) свидетельствует о том, что при переходе от фосфорно-калийной системы к системе, включающей минеральный азот, повышается урожайность и улучшаются, как правило, экономические показатели. Речь идет о переходе от 3-го варианта к 4-му, от 9-го — к 10-му, 12-го — к 13-му и от 15-го — к 16-му.

Таблица 1. Экономическая эффективность выращивания с/х культур в севообороте с использованием различных систем удобрения

Варианты	Урожайность, ц з. ед./га	Затраты труда на 1 га, чел.-ч.	Совокупные затраты на 1 га, руб.	Совокупные затраты на 1 ц з. ед., руб.	Условно чистый доход на 1 га, руб.	Окупаемость затрат, руб./руб.
1.Контроль	31,9	7,32	12 863	403,2	13 939	2,08
2. Фон (известь)	32,2	7,35	12 877	399,9	14 197	2,10
3. Ф +$Р_{40}К_{40}$	34,7	7,81	16 241	468,0	12 914	1,80
4. Ф +$N_{40}Р_{40}К_{40}$	40,5	8,55	18 490	456,5	15 935	1,86
5. Ф +$N_{80}Р_{80}К_{80}$	42,2	8,63	23 069	546,7	12 782	1,55
6. Ф +$Н_{40}$	36,4	8,33	14 274	392,1	16 457	2,15
7. Ф +$Н_{60}$	37,4	8,67	14 889	398,1	15 407	2,04
8. Ф +$Н_{80}$	37,9	9,09	15 533	409,8	16 506	2,06
9. Ф +$Н_{40}$+$Р_{40}К_{40}$	37,1	8,54	17 510	472,0	13 750	1,79
10. Ф +$Н_{40}$+ $N_{40}Р_{40}К_{40}$	41,9	9,04	19 775	472,0	15 730	1,80
11. Ф + $Н_{40}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$	43,6	9,27	24 238	555,9	12 760	1,53
12. Ф +$Н_{60}$+$Р_{40}К_{40}$	37,7	8,85	18 114	480,5	13 775	1,76
13. Ф +$Н_{60}$+$N_{40}Р_{40}К_{40}$	42,7	9,44	20 314	475,7	15 903	1,78
14. Ф +$Н_{60}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$	43,3	9,49	25 248	583,1	11 550	1,46
15. Ф +$Н_{80}$+$Р_{40}К_{40}$	39,1	9,07	18 695	478,1	14 359	1,77
16. Ф +$Н_{80}$+$N_{40}Р_{40}К_{40}$	43,1	9,75	20 947	486,0	15 632	1,75
17. Ф +$Н_{80}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$	44,0	9,81	25 405	577,4	11 964	1,47

По выходу чистого дохода на единицу затрат труда на первом месте находится минеральная система удобрения в варианте «Ф + $N_{40}Р_{40}К_{40}$». При этой системе на 1 чел.-ч. приходится дохода на сумму 1864 руб. Следующая по производительности труда — органическая система с дозой навоза 80 т/га (1816 руб./чел.-ч.). Менее всего дохода производит живой труд при применении фосфорно-калийных систем удобрения.

Что касается отдельных культур, то в распределении «мест» по эффективности систем удобрения имеются особенности. Так, для яровой пшеницы, возделываемой по занятому пару, наилучшей оказалась минеральная система удобрения по схеме «Ф +$N_{40}Р_{40}К_{40}$». При ней достигнуты наивысшие доход (в размере 38 084 руб./га) и окупаемость затрат.

Однако следует обратить внимание на органоминеральные системы удобрения, как наиболее приемлемые с экологической точки зрения. В этом отношении наиболее эффектив-

ным является вариант «Ф +$Н_{40}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$», при котором достигнута наивысшая урожайность (68,8 ц/га) и наивысший доход среди вариантов органоминеральной системы (30 374 руб.).

Интерес представляет сравнительный анализ систем удобрения под многолетние травы 1-го года пользования на сено. Результаты опыта и расчетов по этой культуре представлены в таблице 2.

По многолетним травам, в отличие от других культур в севообороте, достаточно эффективными, как с продукционной, так и с экономической точек зрения, оказались фосфорно-калийные системы удобрения в минеральной и органоминеральной их форме. Для других культур и в целом по севообороту эти системы были одними из самых неэффективных. По многолетним травам во всех вариантах опыта с фосфорно-калийной системой удобрения урожайность, удельный доход и окупаемость затрат были выше по сравнению со всеми вариантами минеральной и органоминеральной систем, включающих минеральный азот. Это объясняется тем, что в качестве многолетних трав использовался клевер красный, который в симбиозе с клубеньковыми бактериями способен к азотфиксации атмосферного азота. Поэтому добавление минерального азота приводило к снижению азотфиксирующей деятельности трав и, следовательно, к снижению эффективности азотных минеральных удобрений. Экономически наиболее эффективной для этой культуры оказалась органическая система удобрения, при которой достигнуты наивысший доход с единицы площади (25 390–27 000 руб.) и наивысшая окупаемость переменных затрат (3,02–3,13 руб./руб.). Органическая система удобрения обеспечила такой же уровень урожайности, как и при применении фосфорно-калийных удобрений.

Выводы. 1) Для яровой пшеницы, возделываемой в севообороте после занятого пара, экономически наилучшей оказалась минеральная система удобрения по схеме «Ф +$N_{40}Р_{40}К_{40}$». При ней достигнуты наивысшие доход и окупаемость затрат. Среди вариантов органоминеральной системы удобрения наиболее эффективным являлось применение «Ф+$Н_{40}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$». В этом случае получены наивысшая урожайность среди всех 17-ти вариантов опыта (68,8 ц/га) и наивысший доход среди вариантов органоминеральной системы (30 374 руб.). Фосфорно-калийные системы удобрения оказались малоэффективными.

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания сена многолетних трав в севообороте с использованием различных систем удобрения

Варианты	Урожайность сена, ц/га	Затраты труда на 1 га, чел-ч	Совокупные затраты на 1 га, руб.	Совокупные затраты на 1 ц, руб.	Условно чистый доход на 1 га, руб.	Окупаемость затрат, руб./руб.
1.Контроль	100,0	12,35	12 422	124,2	23 578	2,90
2. Фон (известь)	100,4	12,37	12 432	123,8	23 712	2,91
3. Ф +$Р_{40}К_{40}$	109,2	13,06	16 401	150,2	22 911	2,40
4. Ф +$N_{40}Р_{40}К_{40}$	100,2	12,74	18 053	180,2	18 019	2,00
5. Ф +$N_{80}Р_{80}К_{80}$	96,4	12,35	21 585	223,9	13 119	1,61
6. Ф +$Н_{40}$	110,2	12,93	12 672	115,0	27 000	3,13
7. Ф +$Н_{60}$	108,8	12,85	12 617	116,0	26 551	3,10
8. Ф +$Н_{80}$	105,4	12,65	12 554	119,1	25 390	3,02
9. Ф +$Н_{40}$+$Р_{40}К_{40}$	110,0	13,11	16 421	149,3	23 179	2,41
10. Ф +$Н_{40}$+$N_{40}Р_{40}К_{40}$	105,2	12,72	18 569	176,5	19 303	2,04
11. Ф +$Н_{40}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$	105,0	12,84	21 806	207,7	15 994	1,73
12. Ф +$Н_{60}$+$Р_{40}К_{40}$	107,8	12,98	16 367	151,8	22 441	2,37
13. Ф +$Н_{60}$+$N_{40}Р_{40}К_{40}$	108,2	13,01	18 230	168,5	20 722	2,14
14. Ф +$Н_{60}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$	100,4	12,57	21 683	216,0	14 461	1,67

Варианты	Урожайность сена, ц/га	Затраты труда на 1 га, чел-ч	Совокупные затраты на 1 га, руб.	Совокупные затраты на 1 ц, руб.	Условно чистый доход на 1 га, руб.	Окупаемость затрат, руб./руб.
15. Ф +$Н_{80}$+$Р_{40}К_{40}$	110,0	12,06	15 932	144,8	23 668	2,49
16. Ф +$Н_{80}$+$N_{40}Р_{40}К_{40}$	107,0	12,94	18 345	171,5	20 175	2,10
17. Ф +$Н_{80}$+$N_{80}Р_{80}К_{80}$	98,2	12,45	21 629	220,3	13 723	1,63

2) В отношении многолетних трав на сено (бобово-злаковая смесь) органическая система удобрения была наиболее эффективной как экономически, так и по урожайности. Также достаточно эффективными оказались фосфорно-калийные системы удобрения. И наоборот, применение минеральной и органоминеральной систем, включающих минеральный азот, снижало урожайность и соответствующие экономические показатели

3) В целом по 7-польному зернопаротравяному севообороту экономически наиболее эффективной являлась органическая система удобрения, однако она «проигрывала» по продуктивности. Минеральная система удобрения обеспечивала более высокую урожайность, чем органическая, но уступала ей по экономическим показателям. При органоминеральной системе удобрения достигался самый высокий уровень урожайности по сравнению с другими системами (41,9–44,0 ц з. ед./га). В рамках этой системы был получен и самый высокий удельный доход в варианте «Ф+$Н_{60}$+$N_{40}Р_{40}К_{40}$» (15 903 руб.) при окупаемости затрат 1,78 руб./руб. Такая окупаемость обеспечивает расширенное воспроизводство в растениеводстве. Одни фосфорно-калийные удобрения оказались малоэффективными как с продукционной, так и с экономической точек зрения.

Литература

1. Ушачев И., Серков А., Чекалин В., Харина М. Долгосрочная аграрная политика России: вызовы и стратегические приоритеты //АПК: экономика, управление. — 2021. — №1. — С. 3–17.

2. Коротких Ю.С., Чутчева Ю.В. Формирование машинно-тракторного парка сельского хозяйства в условиях современной экономики. Монография. — М.: «Onebook.ru» ООО Сам Полиграфист. — 2021. — 232 с.

3. Кирюшин В.И. Задачи и программа научно-инновационного обеспечения земледелия и землепользования (методические рекомендации). — М.: «Издательство МБА». — 2023. — 95 с.

4. Коновалова Л.К., Окорков В.В. Совершенствование методики экономической оценки агротехнологий. В коллективной монографии / Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. — Иваново: ООО «ПресСто». — 2022. — С. 210–215.

УДК 631.15:330.4

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПОВЫШЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

В.А. Лукина
ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, г. Иваново, ул. Советская, д. 45
e-mail: buyskih91@mail.ru

Резюме. *В современном мире уже накоплен богатый опыт проведения инновационной политики, в том числе и в аграрном секторе экономики. Процесс глобализации в мировом масштабе требует особого внимания к проблеме развития сельского хозяйства. Существенным шагом в повышении инвестиционной привлекательности и инновационного развития аграрного сектора экономики регионов может стать реализация экономико-математического подхода.*

Abstract. *In the modern world, rich experience has already been accumulated in the implementation of innovation policy, including in the agrarian sector of the economy. The process of globalization on*

a global scale requires special attention to the problem of agricultural development. A significant step in increasing the investment attractiveness and innovative development of the agricultural sector of the regional economy can be the implementation of the economic and mathematical approach.

Постановка задачи (проблемы). На протяжении всей истории инновации в сельском хозяйстве играли решающую роль в экономическом развитии, повышая производительность сельскохозяйственных организаций, увеличивая доходы производителей и делая продукты питания все более доступными и дешевыми для потребителей. Тем не менее, государство и рынки часто не в состоянии проводить достаточное количество правильных видов исследований и разработок.

Инновации важны для стимулирования экономического прогресса и конкурентоспособности — как для развитых, так и для развивающихся экономик. Многие государства ставят инновации в центр своих стратегий роста. В этом свете измерение инноваций и обеспечение строгого статистического ориентира, который пытается охватить национальные инновационные экосистемы [2,3].

По данным Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) Российская Федерация занимает 47-е место среди 132 экономик, представленных в ГИИ-2022 (Глобальный индекс инноваций (Global Innovation Index)). ГИИ ранжирует мировые экономики в соответствии с их инновационными возможностями. Индекс состоит примерно из 80 показателей, сгруппированных по входным и выходным ресурсам инноваций, призван охватить многомерные аспекты инноваций.

Статистический доверительный интервал для рейтинга России в ГИИ-2022 составляет от 43-го до 50-го мест.

Формирование показателей, определяющих инновационную активность с использованием математических аппаратов, представляет собой научный интерес.

Результаты исследования. Для формирования экономико-математического аппарата повышения инновационной активности предприятий АПК автором был предложен и рассчитан сводный индекс инновационной активности, который является одним из важных аспектов ведения сельского хозяйства. Предлагаемая методика базируется на сравнении субъектов по производственно-экономическим показателям, расчете индексов по каждому блоку и формировании комплексной интегральной оценки экономического развития округа [9,10].

Дальнейшие действия, предлагаемые автором разработанной методики, сводятся к распределению субъектов по группам в зависимости от их инновационной активности. Апробационные расчеты выполнены на основе сведений Федеральной службы государственной статистики.

Полученные значения частных индексов по каждому блоку показателей уже на начальном этапе позволят судить о степени инвестиционной привлекательности, чем выше значение, тем выше инновационная активность. Данная операция осуществляется по следующей формуле:

$$I_s = \frac{\sum_i^n \left(\frac{\tilde{x}_i^s - \tilde{x}_i^{min}}{\tilde{x}_i^{max} - \tilde{x}_i^{min}}\right)}{n} \quad (1),$$

где I_s — индекс s-го субъекта по предметной области;

$\tilde{x}_i^s$ — значение i-го показателя предметной области по s-го субъекту;

$\tilde{x}_i^{max}$ — минимальное значение i-го показателя предметной области;

$\tilde{x}_i^{min}$ — максимальное значение i-го показателя предметной области;

n — количество показателей предметной области.

Таблица 1. Значение индексов предметной области

Субъект ЦФО	Индекс среднего количества научных организаций	Индекс средней численности научного персонала	Индекс среднего количества внутренних научных затрат	Индекс среднего количества научных разработок	Индекс среднего количества используемых научных разработок	Индекс среднего уровня инновационной активности
Белгородская область	0,0952	0,0170	0,0256	0,1523	0,1602	1
Брянская область	0,0437	0,0041	0,0018	0,0254	0,0575	0,7177
Владимирская область	0,0873	0,0509	0,0284	0,0305	0,3731	0,5726
Воронежская область	0,2659	0,1297	0,0729	0,1015	0,1421	0,6452
Ивановская область	0,0595	0,0067	0,0052	0,0305	0	0,8306
Калужская область	0,1508	0,0839	0,0461	0	0,1710	0,6290
Костромская область	0	0	0	0	0,0562	0
Курская область	0,0556	0,0299	0,0246	0	0,0585	0,1774
Липецкая область	0,0476	0,0065	0,0043	0	0,1442	0,7339
Московская область	1	1	1	1	1	0,5726
Орловская область	0,0476	0,0079	0,0041	0	0,0313	0,8629
Рязанская область	0,0754	0,0271	0,0098	0,0457	0,0642	0,6452
Смоленская область	0,0714	0,0103	0,0127	0	0,0887	0,1532
Тамбовская область	0,1071	0,0097	0,0061	0	0,0726	0,4919
Тверская область	0,1032	0,0356	0,0303	0	0,1477	0,5726
Тульская область	0,0833	0,0561	0,0554	0	0,2315	0,8710
Ярославская область	0,1389	0,0703	0,0611	0	0,1708	0,6613

Расчет итогового сводного показателя определяется как среднее арифметическое значение индексов предметной области. Величины весовых коэффициентов принимаются равными доле числа показателей, использованных в расчетах. Сумма весовых коэффициентов соответствует «1», для обеспечения равного вклада отобранных показателей в итоговую оценку. Значение сводного индекса инновационной активности определяется по следующей формуле:

$$I_{ia} = \frac{n}{N} * I_{1s} + \frac{n}{N} * I_{2s} + \ldots + \frac{n}{N} * I_{ns} \qquad (2),$$

где I_{ia} — сводный индекс инновационной активности;
n_m — число i-х показателей в n-ой предметной области;
I_{ns} — индекс s-го субъекта по n-му предметной области;
N — общее количество показателей в системе ($N = n_1 + n_2 + \ldots + n_m$).

Расчеты по представленной методике, в разрезе субъектов Центрально федерального округа, представлены в таблице 2.

Ранжирование районов выполняется в порядке увеличения величины индексов и присвоения соответствующих рангов. Наиболее высокое значение инновационной активности показала Московская область, низкие значения и значения ниже среднего получились по остальным субъектам ЦФО.

Таблица 2. Значения сводного индекса инновационной активности по субъектам Центрального федерального округа

Субъект ЦФО	Градация индекса				
	очень высокий (более 0,81)	высокий (0,56–0,80)	средний (0,36–0,55)	ниже среднего (0,16–0,35)	низкий (0–0,15)
Московская область	0,9288				

Белгородская область				0,2417	
Воронежская область				0,2262	
Тульская область				0,2162	
Владимирская область				0,1904	
Ярославская область				0,1837	
Калужская область				0,1801	
Орловская область					0,1590
Липецкая область					0,1561
Ивановская область					0,1554
Тверская область					0,1482
Рязанская область					0,1446
Брянская область					0,1417
Тамбовская область					0,1146
Курская область					0,0577
Смоленская область					0,0561
Костромская область					0,0094

Результаты проведенных расчетов показали, что территориальное размещение кадрового потенциала отличается неравномерностью. Основные исследования, в том числе и в области сельскохозяйственных наук, сосредоточены в столичном регионе страны. Развитие агропромышленного комплекса регионов требует поиска стратегической модели экономики, которая окажется наиболее конкурентоспособной, в существующих условиях, и позволит использовать имеющийся потенциал. Тип интеграции влияет на экономический рост, устойчивость экономического развития, конкурентоспособность производимой продукции [4].

При этом, важное значение имеет выделение наиболее конкурентоспособных фирм, которые способны положительно влиять на всех участников взаимоотношений. Взаимодействие участников осуществляется на основе обмена товарами, технологиями, информацией, услугами и тому подобное.

Автором разработана региональная модель инновационного развития предприятий АПК, которая будет выступать единой площадкой, с целью оказания консультационной помощи технологическим проектам, компаниям, продвижения проектов на отечественные и международные рынки, а также создания условий для эффективного взаимодействия с партнерами, инвесторами, учреждениями образования и науки, некоммерческими и общественными организациями, органами государственной власти, органами местного самоуправления.

Управление инновационными процессами может осуществляться только на основе получения и использования полной, объективной и актуальной информации. Поэтому для моделирования инновационных процессов и инновационной деятельности наиболее целесообразным является адекватное использование экономико-математических методов и моделей поддержки принятия решений [6].

Соблюдение интересов предприятия требует постоянного развития его производственного потенциала посредством реализации нововведений и инноваций технического и организационно-управленческого характера. Механизм реализации нововведений и инноваций должен быть ориентирован не только на создание новых видов, но и на модернизацию и использование уже имеющихся разработок в конкретных условиях ведения хозяйственной деятельности. Таким образом, первым шагом в построении системы управления инновационным развитием необходимо дать оценку научно-технического потенциала предприятия и определить факторы влияющие на инновационные процессы [5].

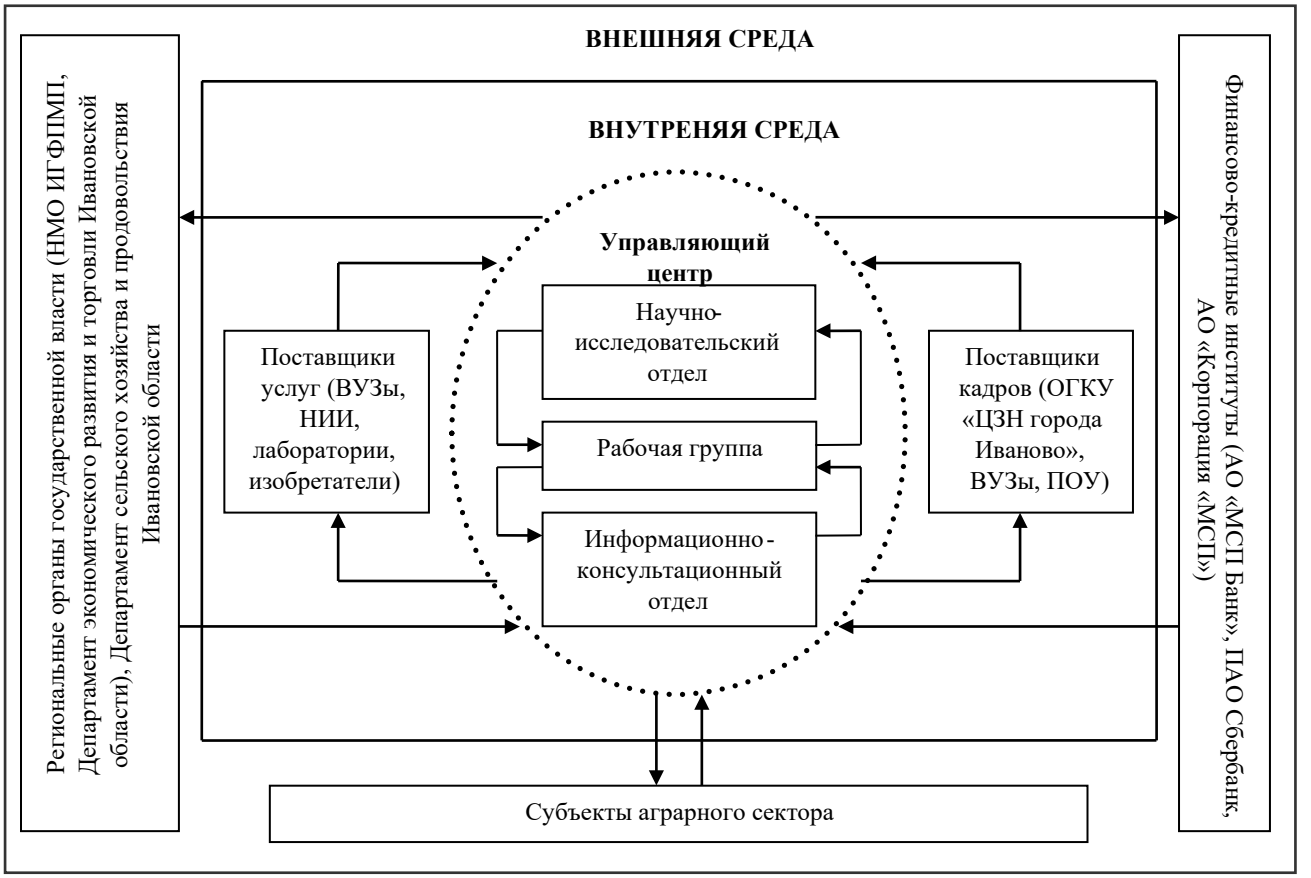


Рис. 1. Региональная модель инновационного развития предприятий АПК

Процесс формирования эффективной системы инновационного управления зависит от уровня инновационного потенциала предприятия — его возможностей в достижении поставленных инновационных целей. Реализация этих целей в глобальных масштабах выступает как средство получения достаточно высокой прибыли в долгосрочной перспективе, повышении конкурентных возможностей на рынке, решении кризисной проблемы и проблемы выживания в целом. На уровень развития инновационного потенциала предприятия оказывают большое влияние группы различных факторов, одно из ведущих мест в этом списке принадлежит сокращению затрат на производство продукции [8].

Выявленные исследователями закономерности инновационного развития нашли отражение и в современных экономико-математических моделях, которые формализовали выявленную на концептуальном уровне связь между механизмами экономического роста и процессами инновационного развития.

Экономико-математическое моделирование представляет собой процесс выражения экономических явлений математическими моделями. Экономическая модель — это схематичное представление экономического явления или процесса с использованием научной абстракции, отражение их характерных черт. Математические модели — основное средство решения задач оптимизации любой деятельности. По своей сути эти модели — средство плановых расчетов. Ценность их для экономического анализа и оптимизации решений состоит в том, что они позволяют оценить напряженность плановых заданий, определить лимитирующую группу оборудования, видов ресурсов, получать оценки их дефицитности и т.п. Математическое моделирование экономических явлений и процессов дает возможность получить четкое представление об исследуемом объекте, охарактеризовать и количественно описать его внутреннюю структуру и внешние связи. Модель — условный образ объекта управления [7].

Экономико-математическая модель должна быть адекватной действительности, отражать существенные стороны и связи изучаемого объекта.

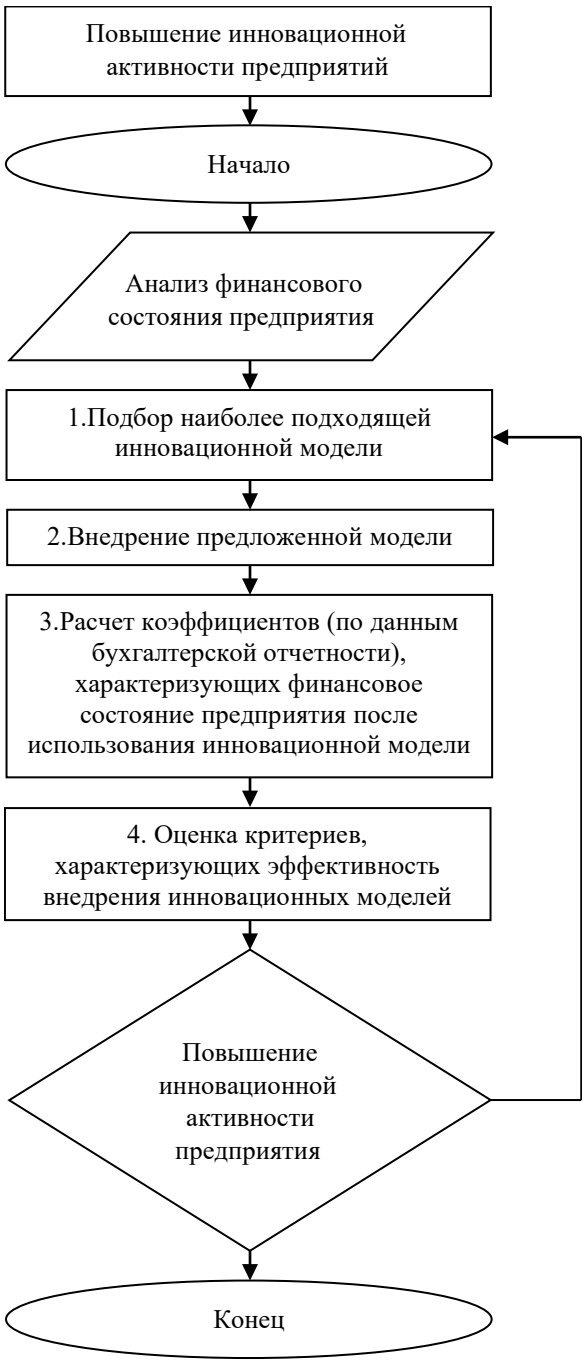


Рис. 2. Алгоритм проверки эффективности внедрения инновационных мер на предприятии

Для построения экономико-математической модели необходимо иметь строгое представление о цели функционирования исследуемой экономической системы и располагать информацией об ограничениях, которые определяют область допустимых значений управляемых переменных. Цель и ограничения должны быть представлены в виде функций от управляемых переменных. Анализ модели должен привести к определению наилучшего управляющего воздействия на объект управления при выполнении всех установленных ограничений.

Сложность реальных систем может сильно затруднить представление цели и ограничений в аналитическом виде. Несмотря на слишком большое число переменных и ограничений, которые на первый взгляд необходимо учитывать при анализе реальных ситуаций, лишь небольшая их часть оказывается существенной для описания исследуемых систем. Поэтому при моделировании систем, прежде всего, следует идентифицировать доминирующие переменные, параметры и ограничения [1].

Для более детального изучения эффективности применения моделирования, построим экономико-математическую модель на примере типичного предприятия аграрного сектора. Данный объект исследования относится к предприятиям малого предпринимательства, основным направлением производства которого является выпечка хлебобулочных изделий.

Предприятие располагает различными производственными затратами, которые в сумме составляют себестоимость выпущенной продукции. Для того чтобы предприятие могло увеличить свою прибыль необходимо минимизировать затраты, для этого определим план производства продукции (в ассортименте).

Экономико-математическая модель

Обозначения:

m — количество различных видов производственных затрат;

i — индекс производственных затрат;

n — количество видов производимой продукции;

j — индекс продукции; x_j — неизвестная величина, которая определяет объем производства продукции j-го вида;

c_j — размер затрат на производство j-го вида продукции;

a_{ij} — объем затрат i-го вида на производство j-го вида продукции;

A_i — объем затрат i-го вида на предприятии;

B_j — объем производства j-го вида продукции;

D — общий объем производства.

Целевая функция — минимум затрат:

$\sum c_j \times x_j \rightarrow \min$

Ограничения:

по объему производственных затрат:

$\sum a_{ij} \times x_j \leq A_i$, i = 1, 2, …, m

по объему производства каждого вида продукции:

$\sum x_j \geq B_j$, j = 1, 2, …, n

по общему объему производства:

$\sum x_j \leq D$, j = 1, 2, …, n

по неотрицательности переменных:

$x_j \geq 0$, j = 1, 2, …, n

Для построения числовой экономико-математической модели, адаптированной к реальным условиям производства введем следующие обозначения.

Обозначения:

x_1 — объем производства «Хлеб Дарницкий», шт.;

x_2 — объем производства «Сайка», шт.;

x_3 — объем производства «Булка сдобная», шт.;

x_4 — объем производства «Булка с изюмом», шт.;

x_5 — объем производства «Булка с маком», шт. [2]

Целевая функция:

$11{,}66x_1 + 6{,}04x_2 + 5{,}34x_3 + 6{,}80x_4 + 5{,}91x_5 \rightarrow \min$

Ограничения:

по объему материальных затрат, руб.:

$5{,}00x_1 + 3{,}25x_2 + 2{,}18x_3 + 3{,}50x_4 + 3{,}00x_5 \leq 3\,500\,000$

по объему затрат на оплату труда, руб.:

$0{,}35x_1 + 0{,}31x_2 + 0{,}40x_3 + 0{,}69x_4 + 0{,}40x_5 \leq 598\,000$

по объему отчислений на социальные нужды, руб.:
$0,15x_1 + 0,12x_2 + 0,15x_3 + 0,25x_4 + 0,15x_5 \leq 203\,000$
по объему амортизации, руб.:
$2,28x_1 + 0,88x_2 + 1,03x_3 + 0,88x_4 + 0,88x_5 \leq 2\,000\,000$
по объему прочих затрат, руб.:
$3,88x_1 + 1,48x_2 + 1,58x_3 + 1,48x_4 + 1,48x_5 \leq 1\,400\,000$
по объему производства «Хлеб Дарницкий», шт.:
$x_1 \geq 300000$
по объему производства «Сайка», шт.:
$x_2 \geq 100000$
по объему производства «Булка сдобная», шт.:
$x_3 \geq 200000$
по объему производства «Булка с изюмом», шт.:
$x_4 \geq 100000$
по объему производства «Булка с маком», шт.:
$x_5 \geq 100000$
по общему объему производства, руб.:
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 950\,000$
по неотрицательности переменных:
$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0,\ x_3 \geq 0,\ x_4 \geq 0,\ x_5 \geq 0$

Далее автором работы была построена числовая экономико-математическая модель (таб. 3), которая учитывает представленные выше ограничения, в том числе и по предельному объему выпуска продукции.

Таблица 3. Числовая экономико-математическая модель организационного плана выпуска хлебобулочной продукции с учетом минимальных затрат производства

Переменные	Объем производства, шт.					Левая часть ограничения	Тип ограничения	Правая часть ограничения
	Хлеб Дарницкий (x_1)	Сайка (x_2)	Булка сдобная (x_3)	Булка с изюмом (x_4)	Булка с маком (x_5)			
Значение переменных	164 948	100 000	200 000	100 000	100 000			
Целевая функция	11,66	6,04	5,34	6,8	5,91	4 866 299		
1. По объему материальных затрат	5	3,25	2,18	3,5	3	2 235 742	≤	3 500 000
2. По объему затрат на оплату труда	0,35	0,31	0,4	0,69	0,4	277 732	≤	598 000
3. По объему отчислений на социальные нужды	0,15	0,12	0,15	0,25	0,15	106 742	≤	203 000
4. По объему амортизации	2,28	0,88	1,03	0,88	0,88	846 082	≤	2 000 000
5. По объему прочих затрат	3,88	1,48	1,58	1,48	1,48	1 400 000	≤	1 400 000
6. По объему производства «Хлеб Дарницкий»	1	0	0	0	0	164 948	≥	300 000
7. По объему производства «Сайка»	0	1	0	0	0	100 000	≥	100 000

Переменные	Объем производства, шт.					Левая часть ограничения	Тип ограничения	Правая часть ограничения
	Хлеб Дарницкий (x_1)	Сайка (x_2)	Булка сдобная (x_3)	Булка с изюмом (x_4)	Булка с маком (x_5)			
8. По объему производства «Булка сдобная»	0	0	1	0	0	200 000	≥	200 000
9. По объему производства «Булка с изюмом»	0	0	0	1	0	100 000	≥	100 000
10. По объему производства «Булка с маком»	0	0	0	0	1	100 000	≥	100 000
11. По общему объему производства	1	1	1	1	1	664 948	≤	950 000

По результатам расчетов модели минимальные затраты на производство хлебобулочной продукции составили 4 866 299 руб. Указанный размер затрат обеспечит производство хлебобулочной продукции в следующем объеме: «Хлеб Дарницкий» — 164 948 шт., «Сайка» — 100 000 шт., «Булка сдобная» — 200 000 шт., «Булка с изюмом» — 100 000 шт., «Булка с маком» — 100 000 шт.

Внедрение методики получения оптимальных экономических решений посредством математического моделирования в практику перспективного прогнозирования дает возможность специалисту предприятия экспериментировать с моделью в реальном масштабе времени, а так же своевременно принимать соответствующие решения по определению оптимального плана производства и себестоимости продукции с целью варьирования конкурентоспособностью на рынках сбыта хлебобулочной продукции. Варианты прогнозов развития экономически могут быть оперативно получены в ответ на складывающиеся изменения внешней и внутренней среды.

Выводы. Подводя итог, необходимо отметить, что широкое и повсеместное распространение высоких технологий открыло доступ к огромным объемам информации. Поток данных постоянно растет. Но чем больше информации собирается, тем сложнее увидеть в ней тенденции и закономерности, скрытые от поверхностного взгляда. Крайне важно в этих условиях иметь возможность быстро и своевременно находить полезную информацию и эффективно использовать ее. Повышения конкурентоспособности практически невозможно достигнуть случайным образом. Поэтому необходима совокупность методов и приемов, образующих инновационную систему управления конкурентоспособностью. Реализация такой системы напрямую связана с анализом и оценкой всего многообразия условий и факторов функционирования субъектов. Методы экономико-математического моделирования, возможности применения которых существенно расширились благодаря современному программному обеспечению, представляют собой один из наиболее динамично развивающихся разделов прикладной экономической науки и все больше проникают в экономику.

Литература

1. Gonova O.V. Economic and mathematical methods and their practical application in agrochemical experiment / O.V. Gonova, A.A. Malygin // Journal of Agriculture and Environment. — 2021. — No. 1(17). — DOI 10.23649/jae.2021.1.17.6. — EDN RHCIWM.

2. Буйских В.А. Анализ элементов структуры инновационного развития ивановской области / В.А. Буйских, О.В. Гонова // Сборник научных трудов по материалам Восемнадцатой международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов — вклад молодых ученых», Ярославль, 28–29 января 2015 года / ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». —

Ярославль: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». — 2015. — С. 131–136. — EDN TYSUMV.

3. Буйских В.А. Основы управления инновациями на микроуровне экономики / В.А. Буйских, О.В. Гонова // VI Чаяновские чтения: Экономика и менеджмент АПК: современные подходы, технологии, опыт: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2016 года. — Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева, 2016. — С. 7–9. — EDN WOHAID.

4. Гонова О.В. Обоснование сценариев развития регионального АПК на основе методов математического моделирования / О.В. Гонова, Ю.Н. Тарасова // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. — 2013. — №1(33). — С. 11–16. — EDN PYFRET.

5. Гонова О.В. Развитие инновационной деятельности предприятий АПК с учетом аналитического моделирования управления денежными потоками / О.В. Гонова, А.А. Малыгин, В. А. Лукина // Modern Economy Success. — 2023. — №1. — С. 128–133. — EDN TPLHOH.

6. Гонова О.В. Экономико-статистический анализ тенденции развития малого бизнеса в инновационной сфере / О.В. Гонова, В.А. Лукина // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. — Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. — С. 298–302. — EDN XZRWJF.

7. Гонова О. Практическая реализация математической модели параметрической диагностики состояния сельского хозяйства Ивановской области / О. Гонова // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2009. — №6. — С. 30–31. — EDN KZEDHZ.

8. Лукина В.А. Экономико-математическое моделирование плана производства продукции малого предприятия сферы АПК: практический аспект / В.А. Лукина // Статистика в цифровой экономике: обучение и использование: материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01–02 февраля 2018 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2018. — С. 194–195. — EDN YQSSVT.

9. Малыгин А.А. Формирование системы экономико-математических показателей оценки рисков сельскохозяйственного производства / А.А. Малыгин // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. — 2013. — №1(33). — С. 43–48. — EDN PYFRHL.

10. Формирование механизма минимизации рисков в зерновом подкомплексе: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Малыгин Алексей Александрович; [Место защиты: Орлов. гос. аграр. ун-т]. — Орел, 2016. — 24 с.

УДК 338.43: 631.15

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

А.А. Малыгин
ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, г. Иваново, ул. Советская, д.45
E-mail: buhigsha@mail.ru

Резюме. *В работе рассматривается методический подход к оценке устойчивости производства продукции растениеводства на основе SWOT-анализа организационно-экономического положения растениеводства Ивановской области выявлены угрозы, сдерживающие устойчивое развитие региональной отрасли. Представлена методика мониторинга и оценки устойчивости производства в отрасли растениеводства, отличается от ранее известных реализацией эконометрического алгоритма определения сводного индексного показателя, классифика-*

ции уровней устойчивости. Полученные результаты позволили сформулировать предложения, способствующие систематизации и оптимальному структурированию методологического инструментария для проведения территориального мониторинга устойчивого развития отрасли растениеводства в Ивановской области.
Abstract.*The paper considers a methodological approach to assessing the sustainability of crop production Based on a SWOT analysis of the organizational and economic situation of crop production in the Ivanovo region and identifies threats that hinder the sustainable development of the regional industry. A methodology for monitoring and assessing the sustainability of production in the crop industry is presented, which differs from the previously known ones by implementing an econometric algorithm for determining a summary index indicator, classification of sustainability levels. The results obtained made it possible to formulate proposals that contribute to the systematization and optimal structuring of methodological tools for conducting territorial monitoring of the sustainable development of the crop industry in the Ivanovo region.*

Постановка задачи (проблемы). Как отмечает Четвертаков И.М., вступление отечественного растениеводства на конкурентные позиции позволяет из года в год наращивать объемы производства, усиливать экспорт продукции в другие страны. «У аграрных производителей появился интерес к посевным площадям, заброшенным в 90-е годы XX и начале XXI века. Так, с 2010 по 2018 г. посевные площади в РФ увеличились на 4,8 млн. га или на 6,4 %» [8].

С точки зрения перспектив развития основными направлением в отрасли растениеводства является наращивание производства экспорта-ориентированных видов продукции.

Россия обладает потенциалом, позволяющим увеличить производство зерна и других видов продукции растениеводства как за счет экстенсивных, так и интенсивных методов. Спрос на продукцию растениеводства в период до 2035 г. будет увеличиваться благодаря производству комбикормов и развитию переработки зерна, сена однолетних и многолетних трав и др. продукции с высокой добавленной стоимостью [1].

В разработанном SWOT-анализе организационно-экономического положения растениеводства Ивановской области (табл. 1, 2) приводятся сильные и слабые стороны, преимущества и угрозы развития на долгосрочную перспективу, а также возможности использования инструментов государственной поддержки зернового хозяйства.

Таблица 1. Основные результаты SWOT-анализа организационно-экономического положения растениеводства Ивановской области

Внутренние факторы (Internal)	Внешние факторы (External)
Силы (Strengths)	Возможности (Opportunities)
– географическое положение региона; – наличие достаточного количества трудовых ресурсов; – относительно дешевая рабочая сила АПК; – большая доля неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения; – развитая структура среднего профессионального и высшего образования, наличие научно-исследовательских заведений; – оказание мер государственной поддержки, направленных на развитие элитного семеноводства, повышение плодородия почв; – многоотраслевая структура АПК области, наличие переработки зерновой продукции (консервные и комбикормовые заводы).	– увеличение производства продукции растениеводства; – повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения. – проведение агромелиоративных мероприятий по расширению посевных площадей; – развитие кооперации, создание обслуживающих кооперативов, выполняющих функции машинно-технологических станций в напряженные периоды; – распространение страхования в растениеводстве с целью стабилизации доходов предприятий; – увеличение урожайности и валового производства озимых и яровых зерновых, зерносенажа за счет применения передовых технологий, рационального использования земли, внедрения научно обоснованных рекомендаций возделывания культуры;

	– достаточно развитая автомобильная и железнодорожная транспортная сеть для перевозки товарных партий продукции.
Слабости (Weaknesses)	Угрозы (Threats)
– отсутствие прозрачного рынка оборота земель сельскохозяйственного назначения; – сложный порядок оформления земли в собственность, учета, аренды; – запущенность мелиоративных систем и систем орошения; – отсутствие переработки отдельных видов продукции (овощей, рапса); – отсутствие современной региональной системы семеноводства; – высокий износ материально-технической базы отрасли; – недостаточное развитие сервисных услуг по ремонту сельскохозяйственной техники; – недостаточное развитие системы страхования рисков в сельском хозяйстве; – низкая обеспеченность предприятий АПК оборотными средствами; – низкий уровень поддержки отрасли по сравнению с соседними и южными регионами РФ.	– потенциальное снижение продуктивности земель; – недостаточное количество вносимых органических и минеральных удобрений, приводящих к снижению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур; – рост цен на ГСМ и топливо, большой диспаритет цен; – понижение рентабельности производства (по итогам 2020 г. совокупная убыточность в отрасли 2,3 %); – высокая конкуренция со стороны соседних регионов (Нижегородской, Рязанской, Владимирской, Тульской и др.).

По результатам проведенного анализа можно отметить низкий уровень технического развития, поддержки производства по сравнению с соседними областями, что не стимулирует расширенного воспроизводства в отрасли растениеводства.

Таким образом, отрасль растениеводства является «узким звеном» в системе регионального АПК и требует более пристального внимания к её дальнейшему изучению.

Так, например, большую долю в производстве зерновых культур (более 60 %) занимают 3 главных аграрных района Ивановской области (рис. 1): Гаврилово-Посадский, Родниковский и Шуйский. С целью развития данных сырьевых зон необходимы усилия с целью развития инфраструктурных объектов по хранению и переработке зерна.

Рис.1. Сырьевые зоны развития инфраструктурных объектов по хранению и переработке зерна в Ивановской области

Как отмечают аграрные экономисты, «очевидно, что в настоящее время в области настоятельно необходимо рассмотреть вопрос увеличения посевов зерновых и зернобобовых культур и соответствующего увеличения мощностей их переработки с тем, чтобы достичь уровня самообеспечения по концентрированным кормам» [3].

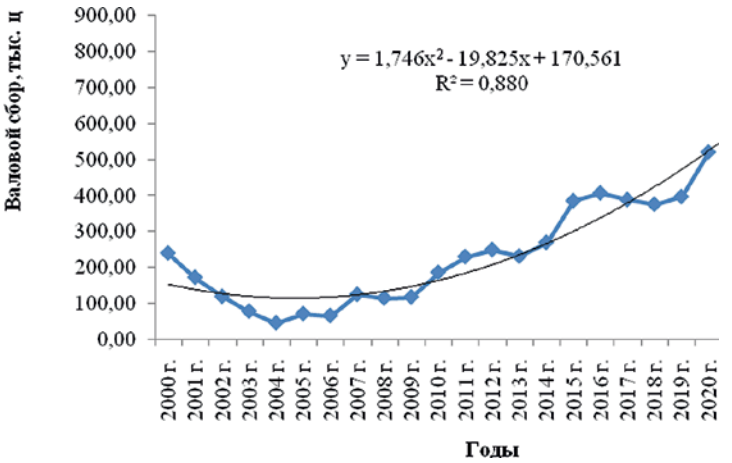


Рис.2. Прогноз производства пшеницы озимой хозяйствами всех категорий в Ивановской области [2]

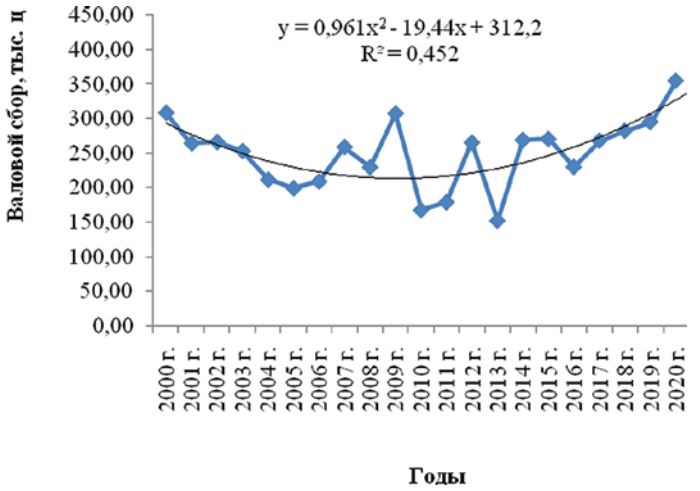


Рис.3. Прогноз производства ячменя ярового хозяйствами всех категорий в Ивановской области [2]

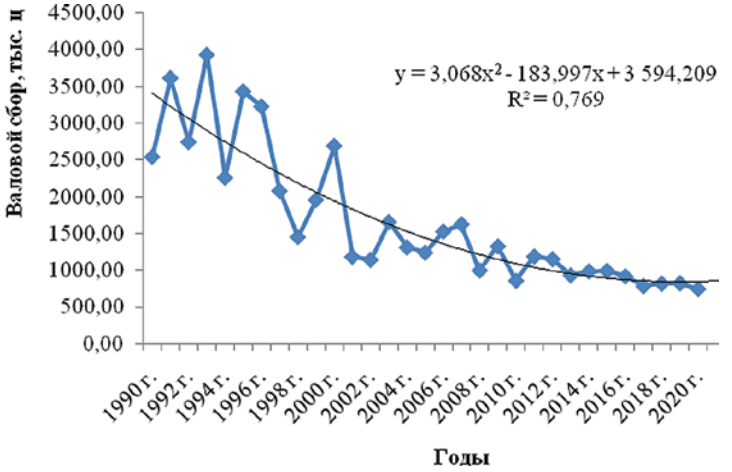


Рис.4. Прогноз производства картофеля хозяйствами всех категорий в Ивановской области [2]

Развивая зерновое производство к 2024 г. в Ивановской области озимой пшеницы может быть произведено на 314,64 тыс. ц больше чем в 2020 г. Похожий прогноз и по объемам производства ячменя ярового. За 4 года ячменя возможно будет производиться на 101,4 тыс. ц больше чем в базисном периоде (2020 г.).

Таблица 2. Прогнозы возможного производства продукции растениеводства хозяйствами всех категорий в Ивановской области на период с 2021 оп 2024 гг., тыс. ц (рис. 2–4)

Культуры	Уравнение	2020 г.	Прогноз			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Озимая пшеница	$y=1,746x^2–19,825x+170,561$	520,76	579,5	638,2	700,5	835,4
Яровой ячмень	$y=0,961x^2–19,44x+312,2$	355,02	349,6	373,4	399,2	456,4
Картофель	$y=3,068x^2–183,997x+3594,209$	745,46	847,9	863,4	884,9	912,6

Как показывают исследования, в 2014 г. и 2015 г. отмечается рост валового сбора и урожайности зерновых культур в отечественном сельскохозяйственном производстве. Увеличение экспорта и санкционная политика в отношении России стали одними из важных факторов стимулирования производства зерна, повышения доходов сельхозпроизводителей.

Результаты исследования. Устойчивое формирование и развитие зернового подкомплекса регионального АПК, адаптированного к изменяющимся условиям хозяйствования, невозможно без действия механизма, направленного на обеспечение минимизации рисков и стабильное функционирование сельскохозяйственного производства. Эффективное развитие регионального зернового подкомплекса и управление риском, в определенной степени зависит от многочисленного числа природных и экономических факторов.

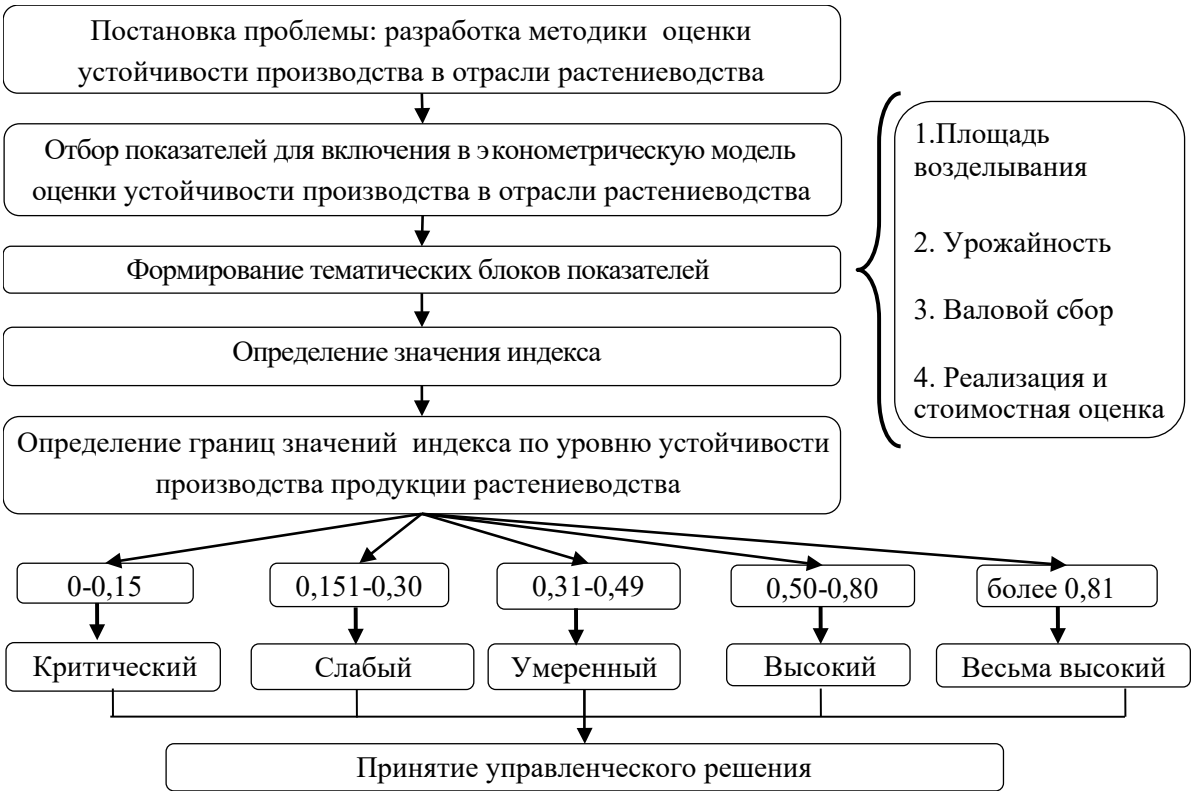


Рис.5. Алгоритм методики мониторинга оценки устойчивости производства продукции растениеводства хозяйствующими субъектами сельского хозяйства

Эффективность зернового производства зависит от сложного комплекса природно-климатических, научно-технических, технологических и организационно-экономических составляющих, на сельскохозяйственных предприятиях она заметно колеблется по годам. Поэтому результативность деятельности следует оценивать не только по показателям урожайности, валового сбора, прибыли, рентабельности, но и устойчивости производства отдельных видов продукции к факторам риска [4, 5].

С целью реализации намеченных автором задач предложена методика мониторинга риска и оценки устойчивости производства зерновых культур и в целом продукции растениеводства хозяйствующими субъектами агропромышленного комплекса [6], разработан алгоритм построения эконометрической модели (рис. 5 и 6), в результате выполнения которого получен индекс оценки риска и устойчивости производства зерновых культур.

Данный индекс может выступать в качестве производственно-экономического индикатора, положенного в основу формирования общего интегрального критерия развития растениеводства и зернового подкомплекса.

Рис.6. Эконометрический алгоритм методики мониторинга риска и оценки устойчивости производства зерновых культур хозяйствующими субъектами агропромышленного комплекса

С точки зрения автора индикатор способен давать объективную информацию для потенциальных пользователей, которыми могут быть как руководители предприятий АПК, так и ряд субъектов внешней среды, заинтересованных в результатах мониторинга.

Расчет сводного индекса риска и устойчивости производства продукции растениеводства и зерновых культур является важным аспектом ведения сельского хозяйства. Предлагаемая методика базируется на сравнении районов области по производственно-экономическим показателям, расчете индексов по каждому блоку и формировании комплексной интегральной оценки экономического развития региона.

Дальнейшие действия, предлагаемые автором разработанной методики, сводятся к распределению районов области по группам в зависимости от риска и устойчивости производства зерновых культур и растениеводческой продукции. Апробационные расчеты выполнены на основе сведений Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области.

Рис. 7. Структура индекса оценки устойчивости производства в отрасли растениеводства

Источник: составлено автором.

Рис. 8. Структура индекса оценки риска и устойчивости производства зерновых культур

Полученные значения частных индексов по каждому блоку показателей уже на начальном этапе позволят судить о степени устойчивости производственной деятельности (рис. 7 и 8), чем выше значение, тем ниже риск возделывания зерновых культур. Данная операция осуществляется по следующей формуле:

$$I_r = \frac{\sum_i^n \left(\frac{\tilde{x}_i^r - \tilde{x}_i^{min}}{\tilde{x}_i^{max} - \tilde{x}_i^{min}}\right)}{n} \quad (1)$$

где I_r — индекс r-го района по тематическому блоку;
n — число показателей в тематическом блоке;
$\tilde{x}_i^s$ — значение i-го показателя тематического блока r-м районе;
$\tilde{x}_i^{min}$ — минимальное значение i-го показателя тематического блока;
x_i^{max} — максимальное значение i-го показателя тематического блока [7].

Впоследствии, согласно методике, необходимо определить сводный индекс риска и устойчивости производства культур. Эта информация будет представлять наибольший интерес для органов местного управления, а также может быть использована руководством на мезо- и макро- уровне для детальной проработки стратегии развития зернового подкомплекса на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

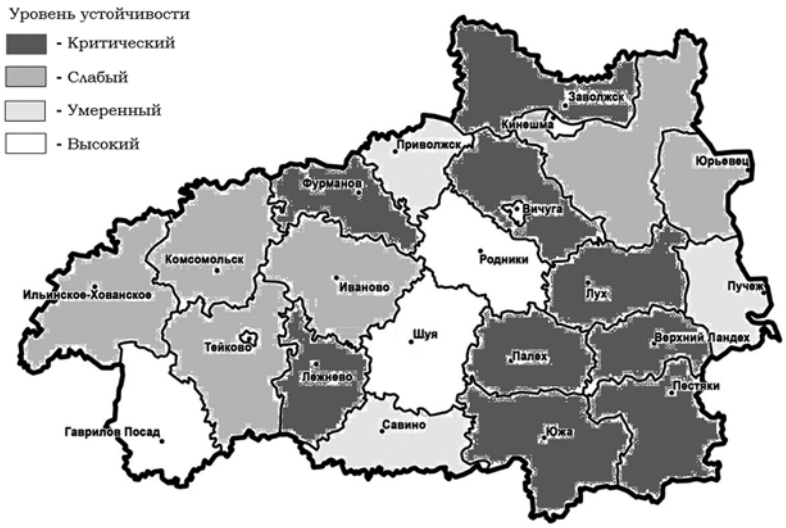


Рис. 9. Картограмма распределения районов Ивановской области по уровню индекса устойчивости производства продукции растениеводства сельскохозяйственными организациями в 2021 г.

Расчет итогового сводного показателя определяется как среднее арифметическое значение частных индексов. Величины весовых коэффициентов принимаются равными доле числа показателей, использованных в расчетах. Сумма весовых коэффициентов соответствует «1», для обеспечения равного вклада отобранных показателей в итоговую оценку. Значение сводного индекса риска и оценки устойчивости производства зерновых культур определяется по следующей формуле:

$$I_{rup} = \frac{n_1}{N} * I_{1r} + \frac{n_2}{N} * I_{2r} + \ldots + \frac{n_m}{N} * I_{nr} \quad (2)$$

где I_{rup} — сводный индекс риска и устойчивости производства зерновых культур;
I_{nr} — индекс r-района по n-му блоку показателей;
n_m — число i-х показателей в n- блоке;

N — общее число показателей в системе $N = n_1 + n_2 + \ldots + n_m$ [7].

Расчеты по методике, в разрезе районов Ивановской области, представлены ниже (табл. 4).

На рисунке 5 можно видеть, что распределение районов Ивановской области по уровню устойчивости является неравномерным, 16 районов (или 76 % от общего количества в регионе) имеет критический и слабый уровень устойчивости производства продукции растениеводства в 2021 г.

Для выявления устойчивости сельскохозяйственного производства в отрасли растениеводства выполнена группировка районов области по значению сводного индекса (табл. 3).

Таблица 3. Группировка районов Ивановской области по уровню устойчивости производства продукции растениеводства сельскохозяйственными организациями в 2021 г.

Группы районов	Интервал значения сводного индекса устойчивости производства в отрасли растениеводства		Районов в группе, ед.	Уровень устойчивости	Интервалы значений	
					Поголовье КРС, гол.	Поголовье коров, гол.
1	0,0033	0,1460	9	Критический	0–788	0–440
2	0,1572	0,2745	6	Слабый	503–2809	278–1376
3	0,3143	0,4292	3	Умеренный	385–4969	184–1730
4	0,5782	0,735	3	Высокий	6216–12230	2602–4559

Концентрация в третей и четвертой группе сельскохозяйственных предприятий, активно занимающихся развитием растениеводства, требует от региональных властей повышенного внимания к интенсификации молочного скотоводства в этих районах. К таким предприятиям относят АО ПЗ имени Дзержинского, ООО «Растениеводческое хозяйство Родина» («РИАТ»), СПК «Рассвет», СПК им. Арсения, СПК «Арефинский», СПК «Перемиловский», СПК «Центральный» ООО «Шартом», СПК «Возрождение», ЗАО «Племзавод Заря», СПК «Искра», СПК ПЗ «Ленинский путь», СПК «Панинское» и др.

Ранжирование районов выполняется в порядке увеличения величины индексов и присвоения соответствующих рангов. Наиболее устойчивыми и перспективными при производстве зерновых культур, для углубленного развития зернового подкомплекса, являются крупные сельскохозяйственные районы: Гаврилово-Посадский, Шуйский, Родниковский и Ивановский.

Таблица 4. Значения сводного индекса риска и оценки устойчивости производства зерновых культур по районам Ивановской области

Районы	Уровень риска				
	катастрофический (0–0,01)	критический (0,11–0,30)	высокий (0,31–0,50)	средний (0,51–0,80)	низкий (более 0,81)
Фурмановский	0,031	–	–	–	–
Верхнеландеховский	0,079	–	–	–	–
Лежневский	0,097	–	–	–	–
Пестяковский	0,098	–	–	–	–
Вичугский	–	0,154	–	–	–
Заволжский	–	0,175	–	–	–
Ильинский	–	0,228	–	–	–
Тейковский	–	0,233	–	–	–
Савинский	–	0,239	–	–	–
Южский	–	0,242	–	–	–
Лухский	–	0,269	–	–	–
Кинешемский	–	–	0,309	–	–
Юрьевецкий	–	–	0,320	–	–

Районы	Уровень риска				
	катастрофический (0–0,01)	критический (0,11–0,30)	высокий (0,31–0,50)	средний (0,51–0,80)	низкий (более 0,81)
Комсомольский	–	–	0,327	–	–
Пучежский	–	–	0,331	–	–
Палехский	–	–	0,406	–	–
Приволжский	–	–	0,458	–	–
Родниковский	–	–	–	0,512	–
Ивановский	–	–	–	0,519	–
Шуйский	–	–	–	0,549	–
Гаврилово-Посадский	–	–	–	–	0,834

Таблица 5. Группировка районов Ивановской области по устойчивому развитию производства зерновых культур

Группы районов	Интервал значения сводного индекса риска и устойчивости производства		Районов в группе, ед.	Средние значения			
				Гибель на убыточный год, га	Посевная площадь, га	Коэффициент риска	Урожайность, ц/га
1	0,031	0,192	6	379	1172	0,32	9,94
2	0,193	0,354	9	548	2902	0,20	12,26
3	0,355	0,516	3	950	4746	0,21	16,36
4	0,517	0,678	2	896	4789	0,18	17,14
5	0,679	0,840	1	1301	13363	0,10	23,65

Для выявления устойчивости сельскохозяйственного производства выполнена группировка районов Ивановской области по значению сводного индекса (табл. 5). Концентрация в третьей, четвертой и пятой группе сельскохозяйственных предприятий активно занимающихся возделыванием зерновых культур требует от региональных властей повышенного внимания к развитию зернопроизводства в этих районах. В Гаврилово-Посадском районе к таким предприятиям относят СПК ПЗ имени Дзержинского, ООО «Растениеводческое хозяйство Родина», СПК «Рассвет». В шуйском районе — СПК им. Арсения, СПК «Арефинский», СПК «Милюковский», СПК «Центральный» ООО «Шартом» и др.

Выводы. Таким образом, на основе проведенного исследования можно сформулировать предложения, содействующие оптимальному структурированию указанного инструментария:

– данные полученных расчетов дают основание полагать, что для реализации программ развития сельского хозяйства следует уделить большее внимание предприятиям, входящим в третью и четвертую группы районов Ивановской области по экономическому развитию производства в отрасли растениеводства. Они обладают потенциалом расширенного производства и более устойчивы по сравнению с другими организациями аграрной отрасли региона;

– при формировании порядка расчета размера субсидий на оказание поддержки в области растениеводства учитывать его положение в группе районов по экономическому развитию производства в отрасли.

Предлагаемый аппарат мониторинга оценки устойчивости производства продукции растениеводства хозяйствующими субъектами сельского хозяйства, на основе разработанного эконометрического алгоритма, при его использовании на мезо уровне экономики может повысить оперативность принятия управленческих решений, будет способствовать формированию достоверной информации об условиях и перспективах развития отрасли растениеводства.

С помощью представленного инструментария, государство должно и обязано решать трудные задачи отрасли: стимулировать рост доходности и объемов производства всех подот-

раслей АПК; решительно воздействовать на процесс структурной перестройки производственной сферы растениеводства и животноводства, четко выделяя приоритеты; оказывать помощь тем хозяйствующим субъектам, чьи возможности адаптации к новым экономическим условиям минимальны.

В целом, предлагаемый организационно-экономический механизм оценки устойчивости возделывания культур (производства продукции растениеводства) предприятиями регионального агропромышленного комплекса, на основе разработанного эконометрического алгоритма, повысит оперативность принятия управленческих решений, будет способствовать формированию достоверной информации об условиях и перспективах развития отрасли.

Литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 10.08.2019 №1796-р Об утверждении Долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года. [Сайт] Правительство Российской Федерации. — URL: http://static.government.ru/media/files/y1IpA0ZfzdMCfATNBKGff1cXEQ142yAx.pdf (дата обращения: 12.03.2023).

2. Витрина статистических данных. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] 21321000100080200001 Валовые сборы сельскохозяйственных культур — URL: https://showdata.gks.ru/finder/ (дата обращения: 19.03.2023).

3. Гонова О.В., Малыгин А.А., Лукина В.А. Перспективы устойчивого развития зернового производства Ивановского региона// Аграрный вестник Верхневолжья. — 2018. — №2 (23). — С. 132 –135.

4. Гонова О.В. Системный подход к исследованию экономической безопасности и устойчивости регионального развития / О.В. Гонова, А.А. Малыгин, Ю. Н. Тарасова // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: Материалы межрегиональной научно-методической конференции, Иваново, 27–28 марта 2014 года. — Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева. — 2014. — С. 107–112.

5. Гонова О.В. Формирование агроэкономического механизма минимизации рисков производства картофеля на основе внедрения современных наукоемких технологий / О.В. Гонова, А.А. Малыгин // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. — 2020. — №1(61). — С. 27–35.

6. Гонова О. Практическая реализация математической модели параметрической диагностики состояния сельского хозяйства Ивановской области / О. Гонова // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2009. — №6. — С. 30–31.

7. Малыгин А.А. Разработка методики мониторинга риска устойчивости производства зерновых культур / А. А. Малыгин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. — 2016. — №4(61). — С. 78–83.

8. Четвертаков И.М. Состояние, тенденции и перспективы развития растениеводства России / И.М. Четвертаков, В.П. Четвертакова, А.М. Воробьева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. — 2021. — №1 (64). — С. 162–166.

УДК 636.2.034/636.08.003

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКРУББЕРОВ ДЛЯ ПРЕДДОИЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВЫМЕНИ КОРОВ

М.В. Базылев, В.Н. Минаков, Е.А. Левкин, А.Р. Ханчина, В.В. Линьков
УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»
г. Витебск, Республика Беларусь
210026, ул. 1-я Доватора, 7/11
linkovvitebsk@mail.ru

Резюме. *Проведенными производственными исследованиями в условиях специализированного крупнотоварного агрохозяйства ОАО «Спорово» установлены основные организационно-управленческие возможности повышения качества молока при направленном управлении продукционном процессом его производства. При использовании скрубберов для преддоильной очистки вымени коров реализована потенциальная возможность изыскания внутренних резервов производства молочно-товарной продукции, способствующая повышению ее качества и увеличения уровня рентабельности производства молока на 8,5 процентных пунктов.*

Abstract.*The conducted production studies in the conditions of a specialized large-scale agricultural farm of JSC "Sporovo" have established the main organizational and managerial possibilities for improving the quality of milk with directed management of the production process of its production. When using scrubbers for pre-milking cleaning of cows' udders, the potential possibility of finding internal reserves for the production of dairy products has been realized, contributing to improving its quality and increasing the profitability of milk production by 8.5 percentage points.*

Современное сельскохозяйственное производство действует не только как единый производственно-экономический механизм, направленный на более полное использование ресурсного потенциала местности, но и в соответствии с велением времени, когда происходит и поднимается на более высокий уровень взаимодействия новый технологический уклад (техногенез) и биогенез, представляющий реализацию генотипа животных в изменяющихся паратипических условиях внешней среды [1–10]. При этом, ключевую роль в концептуальных подходах преобразования продукционного процесса производства агропродукции играет рациональное производственное использование инновационных подходов в реализации комплексного организационно-управленческого механизма формирования высокоэффективных агросистем [1, 2, 4–6, 8–10]. В этой связи, представленные на обсуждение результаты исследований по производственно-экономическому обоснованию отдельных элементов техногенного регулирования процесса производства молока в условиях современных молочно-товарных комплексов на основе инновационного использования скрубберов при преддоильной очистке вымени коров, являются актуальными, представляющими непосредственный научный и практический интерес для большого количества руководителей и отраслевых специалистов специализированных животноводческих организаций.

Цель и задачи исследований. Основной целью является изучение современных технологических решений при машинном доении коров с использованием скруббера. Для достижении поставленной цели решались следующие задачи: проведение научно-производственного опыта на молочно-товарных комплексах «Спорово» и «Здитово» в ОАО «Спорово» Березовского района с использованием для очистки вымени коров скруббера (опытная группа); осуществлялся контроль физико-химических, микробиологических показателей получаемой молочно-товарной продукции; проводился анализ полученных данных и их интерпретация.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в производственных условиях крупнотоварного специализированного агрохозяйства ОАО «Спорово» Березовского района Брестской области в 2018–2022 гг. Исследования включали собственные наблюдения и учёты, использование производственной, экономической информации, содержащейся в годовых отчётах предприятия, бланках зоотехнического учёта, данных компьютерной программы доения коров. Все исследования выполнялись в рамках научно-исследовательской работы кафедры технологии производства продукции и механизации животноводства, а также — кафедры агробизнеса УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины». Методика исследований общепринятая. В работе анализировали молочную продуктивность дойного стада, а также динамику производства молока по двум молочно-товарным комплексам, при этом были также исследованы особенности первичной обработки, количественный и качественный состав молока, его сорт. Полученные в ходе анализа данные позволяют определить конкретные пути использования имеющихся в хозяйстве резервов, внедрение в производство научно обоснованных приемов повышения качества молока.

В ОАО «Спорово» применяют технологию производства молока с доением в доильном зале, содержание беспривязно-боксовое. Поголовье МТК «Спорово» и МТК «Здитово» составляло по 600 голов. Схема исследований приведена в таблице 1.

Таблица 1. Схема исследований

Молочно-товарный комплекс	Способ содержания*	Оборудование		Количество голов
		доильное	холодильное	
«Спорово»	беспривязно-боксовый	GEA Westfalia Surge «Елочка» — 2 шт., 2x10 и 1x5, подготовка вымени ручная	Танк-охладитель (Гомельагрокомплект), 8 тонн — 1 шт., 5 тонн — 2 шт.	600
«Здитово»	беспривязно — боксовый	GEA Westfalia Surge «Параллель» (2 шт.) 2x16 и 1x5, подготовка вымени с использованием Скруббера F1	Танк-охладитель (Гомельагрокомплект), тонн — 2 шт.	600

** — система содержания коров «круглогодовая стойловая»*

В коровниках выделено родильное отделение и отделение для раздоя коров-первотелок. Доение коров на молочных фермах осуществляется три раза в сутки в четкой последовательности и квалифицированными работниками. На молочно-товарном комплексе «Спорово» имеются два здания для беспривязного содержания коров, в которых для доения животных установлены доильные установки GEAWestfaliaSurgeтипа «Елочка» 2x16 и 1x5, для охлаждения молока, используются танки-охладители 8 тонн — 1 шт., 5 тонн — 2 шт., производства Гомельагрокомплект (Приложение 1, фотография 1). На молочно-товарном комплексе оборудована молочная лаборатория, оснащенная современным оборудованием для контроля качества молока и физико-химических свойств. В лаборатории установлены приборы: ЕКОМІК 120 для определения плотности, содержания жира, белка и воды в молоке, DeLaval (dcc) для определения содержания соматических клеток в молоке, ПОЧМ для определения степени чистоты молока, для контроля качества промывки молочного оборудования используется LumitesterPD 30. На молочно-товарном комплексе «Здитово» имеются два здания для беспривязного содержания коров, в которых для доения животных GEAWestfaliaSurge типа «Параллель» (2 шт.) 2x16 и 1x5, подготовка вымени оператором машинного доения ведется с использованием Скруббера F1. Доение животных проводится однотипными аппаратами в течение всей лактации. Для охлаждения моло-

ка также используются танки-охладители производства Гомельагрокомплект на 10 тонн, 2 шт. Охладители имеют систему предварительного охлаждения молока до температуры 18–20 °С, а затем охлаждения в танке-охладителе хладагентом R44, до температуры 2–4 °С. Первичная обработка молока осуществляется путем его очистки от механических примесей с использованием рукавных фильтров. После чего цельное молоко отправляется на молочный завод для дальнейшей переработки. Молочную продуктивность оценивали по удою, контрольное доение коров проводилось 1 раз в месяц в течение лактации.

Молочную продуктивность коровы ($M_{общ.}$) в килограммах вычисляли по формуле 1:

$$M_{общ.} = m_1 n_1 + m_2 n_2 + \ldots m_n n_n, \quad (1)$$

где $m_1, m_2 \ldots m_n$ — суточный удой за контрольный день, кг;

$n_1, n_2 \ldots n_n$ — число дойных дней в 1, 2 и последующих (n – м) месяце контрольного периода.

Среднюю массовую долю жира в молоке за лактацию (Ж) в процентах вычисляли по формуле 2:

$$Ж = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + \ldots m_n f_n}{M_{общ}}, \quad (2)$$

где $m_1, m_2 \ldots m_n$ — количество молока, полученное за 1, 2 и последующие (n – м) месяцы, кг;

$f_1, f_2 \ldots f_n$ — массовая доля жира (белка) в пробе за соответствующий месяц контрольного периода, %;

$M_{общ.}$ — количество молока, полученное за лактацию, кг.

Также на территории коровников имеются родильные отделения, помещения для содержания телят до 90-дневного возраста в индивидуальных домиках.

Лабораторные исследования по анализу моюще-дезифецирующих средств выполнены в ООО «Лабфарма», г. Минск и ОАО «Промсельхозхимия», г. Минск; микробиологические испытания в ГУ «Березовский районный центр гигиены и эпидемиологии», г. Береза.

Статистическую обработку данных проводили согласно общепринятым методикам с использованием пакета «Анализ данных» MSExcel. Методологической базой исследований служили методы сравнения, анализа, синтеза, дедукции, логический, монографический прикладной математики.

Результаты исследований и их анализ. Процесс доения коров в условиях современного молочно-товарного комплекса можно условно подразделить на несколько этапов. Одним из которых являются определенные действия, предпринимаемые перед доением: в его техногенезной части — это подготовка к машинному доению, предполагающая тщательную очистку вымени коровы, в биогенезной — направленное природно-психологическое воздействие на организм животного с обязательным выделением высококачественного дополняющего рацион комбикорма. Внедрение такого механизма, как инструментарного воздействия на дойную корову позволяет в условиях нового (VI-го) технологического уклада автоматизировать и интенсифицировать конкретный процесс в доильном зале, подготовить вымя коровы перед использованием доильного оборудования. Всё это способствует созданию более благоприятных условий для регламентированной отдачи физиологического цистерального, альвеолярного молока животного [2, 3, 6, 8, 10]. Проведенные исследования показали, что всё стадо скота в хозяйстве является чистопородным и относится к голштинской породе белорусской селекции. Неблагоприятное воздействие окружающей среды на дойную корову приводит к тому, что продуктивность всего стада становится значительно ниже его генетического потенциала. В связи с этим возникает задача не только механизировать доение коров, но и создать такую окружающую среду, установить такое оборудование, создать такой технологический процесс доения, которые бы оказывали благотворное влияние на молокоотдачу и качество получаемой продукции.

В хозяйстве молочно-товарные комплексы «Спорово» и «Здитово» оснащены технологическим оборудованием отечественного и зарубежного производства.

Молоко агропредприятия реализуется на молокоперерабатывающие предприятия молоком сорта экстра и высшим, при этом имеется резерв для повышения его качества.

Наличие молока сорта экстра и высшего обусловлено, в основном, повышенной бактериальной обсемененностью молока, которая повышается при не соблюдении санитарно-гигиенических условий получения молока.

К фактору, снижающему качество молока, можно отнести недостаточно качественную обработку вымени коров перед доением. Проблемы с качеством молока можно решить путем строгого контроля за доением молока. При этом, необходимо отметить, что в хозяйстве проводятся определенные мероприятия для улучшения производственных процессов. Значительно улучшены бытовые условия работников хозяйства, путем постройки современного агрогородка на территории хозяйства и условия труда животноводов. В связи с чем, были проведены исследования качества производимого молока на МТК «Спорово» и «Здитово». Были исследованы температура охлаждаемого молока, титруемая (общая) кислотность, плотность, группа чистоты, содержание молочного жира, учтены физическая и зачетная масса реализованного молока.

Молоко, удовлетворяющее требованиям сорта экстра, высшего и первого, сдаваемое на предприятия молочной промышленности, должно иметь температуру охлаждения не выше 10°С, а при отправке с молочно-товарной фермы — 6°С. По показателю кислотности молоко сорта экстра, высшего и первого должно иметь кислотность 16–18°Т.

Согласно стандарту, заготавливаемое молоко сорта экстра и высшего должно иметь плотность не менее 1,028 г/см^3, а молоко первого сорта не менее 1,027 г/см^3[1, 3, 10]. По степени очистки от механических примесей молоко сорта экстра, высшего и первого, должно иметь группу чистоты не ниже первой. Количество жира в молоке, в зависимости от различных факторов, может колебаться. В связи с чем, мы проследили изменение этих показателей, данные которых представлены в таблицах 2 и 3.

Физико-химические показатели сборного молока, произведенного на МТК «Спорово», представлены в таблице 2.

Таблица 2. Физико-химические показатели сборного молока, произведенного на МТК «Спорово»

Месяц	Температура, °С	Плотность, кг/м^3	Титруемая кислотность, °Т	Массовая доля жира, %
Январь	6,4±0,30	1028,5±0,07	17,05±0,05	3,96±0,04
Февраль	6,2±0,24	1028,4±0,05	17,04±0,04	3,93±0,03
Март	5,5±0,23	1028,7±0,07	17,06±0,06	4,06±0,04
Апрель	6,6±0,28	1028,3±0,09	17,04±0,04	4,03±0,04
Май	5,4±0,17	1028,8±0,05	17,08±0,04	3,89±0,03
Июнь	6,6±0,32	1028,4±0,08	17,04±0,04	3,84±0,04
Июль	6,3±0,22	1028,6±0,09	17,03±0,03	3,77±0,03
Август	6,9±0,29	1028,4±0,06	17,06±0,06	3,79±0,04
Сентябрь	5,7±0,18	1028,5±0,04	17,03±0,04	3,93±0,05
Октябрь	5,6±0,25	1028,8±0,04	17,05±0,04	4,13±0,05
Ноябрь	5,8±0,30	1028,3±0,09	17,06±0,05	4,09±0,03
Декабрь	5,9±0,24	1028,5±0,04	17,08±0,04	4,10±0,04
В среднем	6,1±0,25	1028,5±0,06	17,05±0,04	3,96±0,05

Температура охлаждения и хранения не превышала требований при отправке с МТК и приемке на молочном заводе. Установлено, что при транспортировке молока автомобильным транспортом температура может повыситься на 2 °С.

Как видим из таблицы 2, на МТК «Спорово» в течение года температура охлажденного молока варьировала в пределах от 5,4 до 6,9°С. Плотность молока, поставляемого с этого комплекса, колебалась от 1028,3 до 1028,8 кг/м^3, а в среднем составила 1028,5 кг/м^3, что соответствует сортам экстра и высший. Кислотность молока, поставляемого на молочный завод, была в пределах от 17,03 до 17,08°Т, и составила в среднем 17,05°Т, что находится в пределах нормы и отражает высокое качество молока по данному показателю.

В среднем за период исследований массовая доля жира в молоке составила 3,96% и отмечены изменения его в сборном молоке от 3,77 до 4,13%.

Таблица 3. Физико-химические показатели сборного молока, произведенного на МТК-600 «Здитово»

Месяц	Температура, °С	Плотность, кг/м^3	Титруемая кислотность, °Т	Массовая доля жира, %
Январь	6,6±0,25	1028,2±0,08	17,05±0,05	3,94±0,03
Февраль	6,9±0,28	1028,5±0,04	17,07±0,09	3,83±0,04
Март	6,1±0,22	1028,6±0,05	17,12±0,04	3,93±0,03
Апрель	5,8±0,19	1028,4±0,09	17,09±0,09	3,91±0,04
Май	6,3±0,27	1028,6±0,08	17,06±0,05	3,80±0,05
Июнь	6,6±0,22	1028,7±0,12	17,10±0,10	3,78±0,04
Июль	6,1±0,24	1028,2±0,10	17,14±0,09	3,81±0,03
Август	6,0±0,17	1028,7±0,07	17,08±0,06	3,90±0,05
Сентябрь	5,8±0,21	1028,4±0,09	17,05±0,08	4,05±0,03
Октябрь	6,4±0,26	1028,8±0,06	17,09±0,06	4,21±0,04
Ноябрь	6,2±0,23	1028,6±0,09	17,07±0,05	4,20±0,03
Декабрь	5,7±0,29	1029,4±0,07	17,05±0,08	4,18±0,05
В среднем	6,2±0,23	1028,5±0,06	17,08±0,06	3,96±0,04

Из таблицы 3 видно, что на МТК-600 «Здитово» температура охлажденного молока была не выше 6,9°С, а в среднем составила 6,2°С. Температура реализованного молока была выше на МТК-600 «Здитово» на 0,1°С, чем МТК «Спорово». Плотность молока поставляемого с этой фермы колебалась от 1028,2 кг/м^3 до 1029,4 кг/м^3, а в среднем составила 1028,5 кг/м^3, что является допустимым показателем. Кислотность молока, поставляемого на молочный завод была стабильной и составила в среднем 17,08°Т, что находится в пределах допустимой нормы. Содержание жира в молоке было в пределах 3,96%, причем отмечены колебания массовой доли жира в сборном молоке от 3,78 до 4,21%. В самые жаркие месяцы летнего периода июне и июле массовая доля жира, была самой низкой — 3,80 и 3,78% соответственно по месяцам. На МТК «Спорово», также в эти месяцы массовая доля жира, была самой низкой — 3,77 и 3,79%.

Показатели содержания количества соматических клеток в молоке, представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели содержания количества соматических клеток в молоке, тыс./см^3 (M±m)

Месяцы	МТК «Спорово»	МТК-600 «Здитово»
Январь	336,3±27,0	280,3±21,0
Февраль	342,6±27,9	270,7±18,5*
Март	335,2±34,1	276,3±21,4*
Апрель	291,3±29,5	288,4±23,8
Май	289,4±27,4	282,6±20,2
Июнь	288,5±34,8	269,3±28,4
Июль	268,9±46,1	274,5±27,1

Август	275,0±38,9	281,0±19,3
Сентябрь	281,4±28,4	274,1±24,7
Октябрь	276,4±32,4	261,4±27,0
Ноябрь	286,9±38,1	278,9±24,1
Декабрь	280,0±29,7	284,1±26,3
В среднем	296,0±30,3	276,8±24,5

Примечание — $p \leq 0,05$ — уровень значимости критерия достоверности

Из таблицы 4 видно, что на МТК «Спорово», количество соматических клеток по некоторым месяцам было более высоким по сравнению с МТК «Здитово». Содержание соматических клеток в молоке коров на МТК «Здитово» достоверно отличалось в феврале и марте и было ниже на 71,9 тыс./см³, или 21,0 % и на 58,9 тыс./см³, или 17,6 % соответственно при ($p \leq 0,05$). Это связано с тем, что автоматическое удаление первых струек молока скруббером F1 позволяет снизить уровень содержания бактерий и число соматических клеток, снижает высокие механические нагрузки на вымя животных и в целом жесткость технологических условий эксплуатации коров.

За период исследований на МТК «Спорово» и при ручной подготовке вымени к доению содержание соматических клеток составило 296,0 тыс./см³, а на МТК «Здитово» при доении в доильном зале и использованием скруббера при подготовке вымени к доению, содержание соматических клеток в молоке составило 276,8 тыс./см³, что на 19,2 тыс./см³, или на 6,5 % меньше при $p \geq 0,05$.

При беспривязном содержании и доении в доильных залах, контроль за доением предоставлен автоматизированной системе управления технологическим процессом. При этом контролируются параметры доения и исключается передаивание коров, что снижает жесткость технологических условий доения.

При нарушении санитарных правил доения в молоко попадает много микроорганизмов из окружающей среды, грязных рук, воды и пыли.

Данные о количестве реализованного молока с учетом микробиологических показателей на МТК, представлены в таблице 5.

Таблица 5. Количество реализованного молока с учетом микробиологических показателей на МТК «Спорово» и МТК «Здитово»

МТК	Зачетная масса, кг	До 100 тыс./см³		До 300 тыс./см³	
		тонн	%	тонн	%
«Спорово»	4378,0	3426,0	78,3	952,0	21,7
«Здитово»	4983,0	4983,0	100	–	–
Итого	9361	8409,0	89,8	952,0	10,2

Из таблицы 5 видно, что период исследований по МТК «Спорово», было реализовано молоко с содержанием микроорганизмов до 100 тыс./см³ 78,3 % (сорт экстра) и до 300 тыс./см³ — 21,7 % (высший сорт). Это связано с некоторыми нарушениями санитано-гигиенических условий подготовки вымени к доению вручную.

За период исследований по МТК «Здитово» реализовано молоко с содержанием микроорганизмов до 100 тыс./см³ — 100 % (сорт экстра). Использование скруббера при подготовке вымени к доению позволило получать высококачественное молоко.

В целом предприятие за период исследований по МТК «Спорово» и МТК «Здитово» за 2022 год реализовало молоко с содержанием микроорганизмов до 100 тыс./см³ — 89,8 % (сорт экстра) и до 300 тыс./см³ — 10,2 % (высший сорт).

Из полученных результатов исследований следует, что на снижение сортности молока оказало влияние повышенное содержание в нем микроорганизмов. Это указывает возможность улучшения технологических условий получения молока.

Следует отметить, что важным является скорейшее охлаждение молока с более высоким показателем бактериальной обсемененности. В хозяйстве молоко реализуется после 1 (дневное доение) и 2 (вечер + утро) доений, а возможно и более длительное хранение для накопления определенного его количества. При смешивании молока двух доений с разницей в температуре более 2°С, происходит многократный рост микроорганизмов попавших в молоко после доения в связи этим важным является быстрое охлаждение молока до температуры в пределах 4°С.

На МТК «Спорово» и МТК «Здитово» при одинаковых условиях системы фильтрации 1 группой чистоты было реализовано 100% молока, что указывает на достаточно высокий уровень технологических условий получения молока.

Количество и сорт реализованного молока, полученного на МТК «Велетин», представлены в таблице 6.

Таблица 6. Количество и сорт реализованного молока, полученного на МТК «Спорово»

Месяц	Физическая масса, кг	Зачетная масса, кг	Сорт молока			
			экстра		высший	
			кг	%	кг	%
Январь	356,6	392,3	146,4	37,3	245,9	62,7
Февраль	306,9	335,4	152,5	45,5	182,9	54,5
Март	338,5	381,6	173,7	45,5	207,9	54,5
Апрель	332,5	372,2	300,3	80,7	71,9	19,3
Май	314,4	339,6	314,3	92,5	25,3	7,5
Июнь	330,4	352,2	334,4	95,0	17,8	5,0
Июль	354,4	371,1	354,0	95,4	17,1	4,6
Август	355,7	374,4	352,4	94,1	22,0	5,9
Сентябрь	334,1	364,4	316,0	86,7	48,4	15,3
Октябрь	327,2	375,0	335,6	89,5	39,4	10,5
Ноябрь	313,3	356,9	323,6	90,7	33,3	9,3
Декабрь	319,0	362,9	322,8	89,0	40,1	11,0
Итого	3983,0	4378,0	3426,0	78,3	952,0	21,7

Из таблицы 6 видно, что на МТК «Спорово» в период реализовано молоко высшим и первым сортом. Всего по на МТК «Спорово» реализовано высшим сортом 78,3% и первым сортом 21,7%.

Количество и сорт реализованного молока, полученного на МТК «Здитово», представлена в таблице 7.

Таблица 7. Количество и сорт реализованного молока, полученного на МТК «Здитово»

Месяц	Физическая масса, кг	Зачетная масса, кг	Сорт молока	
			экстра	
			кг	%
Январь	304,3	332,6	332,6	100
Февраль	293,6	312,6	312,6	100
Март	337,0	368,0	368,0	100
Апрель	354,0	384,7	384,7	100
Май	390,5	411,6	411,6	100
Июнь	390,9	410,8	410,8	100

Июль	414,3	437,9	437,9	100
Август	407,7	441,3	441,3	100
Сентябрь	402,8	453,7	453,7	100
Октябрь	408,5	478,0	478,0	100
Ноябрь	394,8	460,6	460,6	100
Декабрь	423,6	491,2	491,2	100
Итого	4522,0	4983,0	4983,0	100

Из таблицы 7 видно, что по МТК «Здитово» за период исследований реализовано молоко только сортом экстра в количестве 4983,0 тонны.

Для получения на комплексах молока высокого качества (сорт экстра) при имеющихся технологических и санитарно-гигиенических условиях получения молока необходимо на МТК «Спорово» установка скруббера F1, который имеет определенные преимущества перед ручной подготовкой вымени к доению: промывает, массирует, дезинфицирует и сушит соски коровы перед доением. Массаж обеспечивает идеальную стимуляцию вымени, благодаря чему дойка проходит быстрее и продуктивнее; автоматически удаляя первые струйки молока, F1 позволяет снизить уровень содержания бактерий и число соматических клеток. После фазы высыхания соски практически идеально продезинфицированы и всё «первое» молоко уже будет сцежено, что гарантирует повышенную гигиеничность и качество молока; пока две верхние щётки чистят внешнюю поверхность соска и окружающую часть вымени, нижняя щётка тщательно чистит кончик соска и сфинктер. Смесь теплой воды и специального высокоэффективного дезинфицирующего вещества обеспечивает наилучшую гигиену и уход за выменем.

Экономический анализ молочного скотоводства позволяет изучить уровень и темпы развития отрасли, выявить положительные моменты в организации и технологии производства. Также он позволяет установить причины, сдерживающие развитие молочного скотоводства, выявить резервы и возможности увеличения производства молока, снижение себестоимости, повышение производительности труда и рентабельности хозяйства [24].

На основании проведенных исследований в условиях в ОАО «Спорово» Березовского района, провели расчет экономической эффективности проведенных исследований.

Расчет экономической эффективности представлен в таблице 8.

Таблица 8. Экономическая эффективность исследований

Показатели	Ед. измерения	МТК «Спорово»	МТК «Здитово»	МТК «Здитово» в % МТК «Спорово»
Реализовано молока:	т			
физическая масса		3983,0	4522,0	113,5
зачетная масса		4378,0	4983,0	113,8
Реализовано молока по сортам:	т			
в том числе сорт экстра		3426,0	4983,0	145,4
высший сорт		952,0	–	–
Себестоимость 1 т молока	руб.	701,0	678,0	96,7
Себестоимость всего реализованного молока	тыс. руб.	2792,1	3065,9	109,8
Средняя цена реализации 1 т молока	руб.	960,8	980,0	102,0
Выручка от реализации:	тыс. руб.	4206,7	4883,3	116,1
в том числе				
сорта экстра		3357,5	4883,3	145,4
высшего сорта		849,2	–	–
Прибыль	тыс. руб.	1414,6	1817,4	128,5
Уровень рентабельности	%	50,7	59,2	8,5 п.п.

Из таблицы 8 видно, что на МТК «Здитово» физическая масса реализованного молока выше на 539 тонн, или 13,5 %, зачетная масса на 605 тонн или 4,9 %. Сортом экстра молоко было получено и реализовано только на МТК «Здитово» — 4983,0 тонн, что на 1557 тонн больше, чем на МТК «Спорово». На МТК «Спорово» было получено молоко и высшим сортом, количество которого составило 952 тонны.

Себестоимость всего реализованного молока на МТК «Здитово» выше на 23 руб., или 3,3 %, средняя цена реализации — на 19,2 руб., или 2 %, выручено от реализации больше на 676,6 тыс. руб., или 16,1 %, прибыли получено больше на 402,8 тыс. руб., или 28,5 %, Уровень рентабельности молока по МТК «Здитово» составил 59,2 %, что на 8,5 процентных пунктов выше, чем по МТК «Спорово».

Таким образом, в условиях МТК «Здитово» и МТК «Спорово» необходимо вести постоянный контроль за качеством молока, а также улучшить гигиену получения молока на МТК «Спорово», что позволит повысить эффективность молочного скотоводства в хозяйстве.

Заключение. Представленные результаты исследований позволили установить, что при использовании скрубберов для преддоильной очистки вымени коров получен положительный результат, выражающийся в повышении качества получаемого молока и увеличения уровня рентабельности его производства на 8,5 процентных пунктов.

Литература

1. Базылев М.В. Анализ и пути совершенствования технологических элементов машинного доения / М.В. Базылев [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. — Том 56. — Часть 2. — Жодино: РУП НПЦ Национальной академии наук Беларуси по животноводству. — 2021. — С. 78–86.

2. Ларионов Г.А. Влияние обработки вымени на уменьшение микробной обсеменённости и количества соматических клеток в молоке коров / Г.А. Ларионов [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. — 2019. — № 4. — С. 67–78.

3. Григорьев Д. А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными системами: монография / Д.А. Григорьев, К.В. Король. — Гродно: ГГАУ, 2017. — 216 с.

4. Васильева Л.М. Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы: коллективная монография: в 2 ч. / Л.М. Васильева [и др.] ; под общ.ред. Е. С. Симбирских. — Киров: Вятская ГСХА. — 2020. — Ч. 2. — 430 с.

5. Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза. Монография / Под науч. редакцией В. Романюка. — Фаленты — Варшава. — 2019. — 184 с.

6. Краснов И.Н. Процесс преддоильной обработки вымени коров на фермах малых хозяйств / И.Н. Краснов [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. — 2018. — № 4. — С. 31–37.

7. Базылев М.В. Результаты научно-практического поиска внутрихозяйственных резервов производства молока в условиях КСУП «Велетин» Хойникского района / М.В. Базылев [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. — 2021. — № 3. — С. 16–21.

8. Рыжакина Е.А. Сравнительный анализ использования различных средств для преддоильной обработки вымени коров / Е.А. Рыжакина // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. — 2017. — № 1. — С. 25–29.

9. Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: коллективная монография. // [редкол.: Л.И. Ильин [и др.]; отв. за вып. В.В. Окорков]. — Иваново: ПресСто. — 2019. — 392 с.

10. Попков Н.А. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочнотоварных фермах: монография / Н.А. Попков [и др.]; Республиканской унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». — Жодино. — 2018. — 138 с.

УДК 594.3

РОЛЬ ГЕЛИЦЕКУЛЬТУРЫ В РАЗВИТИИ КОНЦЕПЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

В.В. Голембовский, Л.А. Пашкова, В.В. Савинов
ФГБНУ «Северо–Кавказский ФНАЦ»
356241, г. Михайловск, ул. Никонова, 49
lar.pashkowa@yandex.ru

Резюме. *Важным фактором в сложившихся условиях Российской Федерации, способствующим и обеспечивающим стабильное и рентабельное развитие отечественного животноводства, является кормовая база, которая должна автономно развиваться в независимости от иностранных поставок кормовых добавок и их компонентов. В этой связи актуальным является поиск, изучение и разработка новых добавок из нетрадиционного сырья, в качестве которого выступает гелицекультура. Это способствует расширению и изучению резервного кормового природного потенциала нашей страны. В данной статье рассматриваются результаты многолетних опытов, проведенных сотрудниками лаборатории промышленной технологии производства продукции животноводства на протяжении 2021–2023 гг. по изучению и разработке технологий получения нового биологически активного продукта из улиток рода Helix. Все исследования проводились по общепринятым и утверждённым методикам согласно тематическому плану проведения научно-исследовательских работ. В результате проведённых исследований был зарегистрирован и получен патент на изобретение № 2788715 и новый продукт в виде лиофилизата, который может быть применим в животноводстве в качестве биологически активной добавки.*

Abstract. *An important factor in the current conditions of the Russian Federation that contributes to and ensures the stable and profitable development of domestic animal husbandry is the feed base, which should develop independently from foreign supplies of feed additives and their components. In this regard, the search, study and development of new additives from non-traditional raw materials, which is helicoculture, is relevant. This contributes to the expansion and study of the reserve fodder natural potential of our country. This article discusses the results of many years of experience of employees of the laboratory of industrial technology for the production of livestock products, carried out during 2021–2023 for the study and development of technologies for obtaining a new biologically active product from snails of the genus Helix. All studies were carried out according to generally accepted and approved methods in accordance with the thematic plan for conducting research work. As a result of the research, a patent for invention № 2788715 and a new product in the form of a lyophilisate were registered and received, which can be used in animal husbandry as a biologically active additive.*

В современных условиях состояние мясной отрасли как в целом по Российской Федерации, так и в разрезе округа и края за 2022 год представлено на рисунке 1.

Согласно представленной диаграмме, преобладающим поголовьем по численности является птица, прирост которой составил по России 102,2 %, на втором месте свиньи — 105,8 % по сравнению к 2021 году. По Северо-Кавказскому ФО на первом месте птица — 100,2 %, на втором месте по численности поголовье овец и коз — 101,2 %, на третьем — КРС — 99,8 %, на четвертом месте поголовье свиней — 103,3 %. По Ставропольскому краю в лидерах отрасль птицеводства — 100,5 %, на последующем месте — овцеводство и козоводство — 101,0 %, на третьем месте по численности поголовья — свиньи — 105,0 % и завершает скотоводство — 99,1 % [1].

Если рассматривать производство скота и птицы на убой в живой массе в виде прироста в % (в хозяйствах всех категорий), то картина следующая: по Российской Федерации всего произведено — 102,9 % (16 173,8 тыс. т), лидирует отрасль свиноводства — 105,0 % (5765,5 тыс. т), на втором месте — птицеводство — 104,4 % (7043,7 тыс. т), на третьем и по-

следующем месте — овцеводство, козоводство и скотоводство — 97,8 (453,1 тыс. т) и 96,4 % (2780,9 тыс. т), по Северо-Кавказскому ФО всего 100,3 % (1097,2 тыс. т), при этом на первом месте — овцеводство и козоводство — 104,2 % (150,8 тыс. т), по нисходящей — скотоводство — 100,5 % (297,8 тыс. т), свиноводство — 99,0 % (95,0 тыс. т) и птицеводство — 92,6 % (67,7 тыс. т), на уровне Ставропольского края всего 98,4 % (529,2 тыс. т), в том числе птицеводство — 99,6 % (551,2 тыс. т), мелкий рогатый скот (овцы и козы) — 98,8 % (29,0 тыс. т), свиноводство — 96,0 % (79,2 тыс. т), скотоводство — 91,2 % (34,5 тыс. т) в сравнении 2022 к 2021 году.

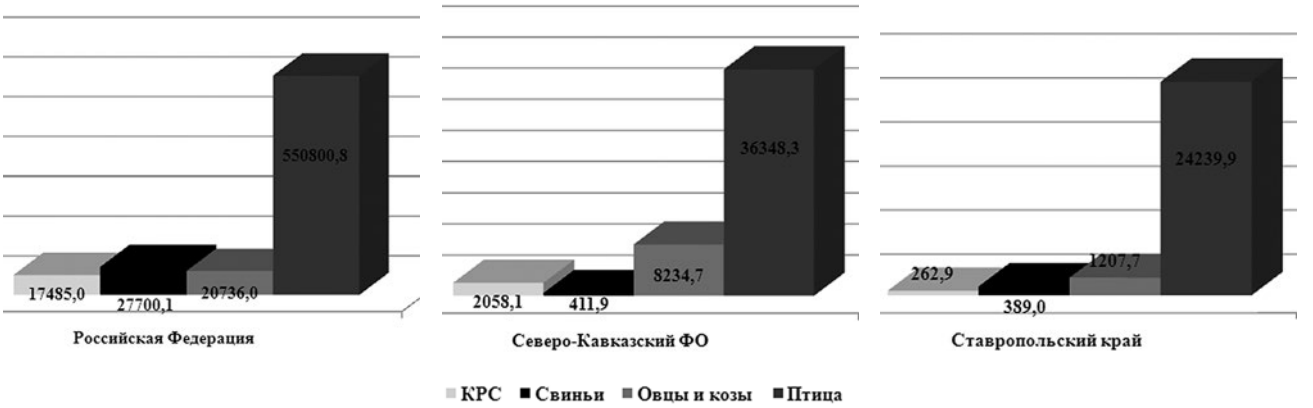


Рис.1. Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий в 2022 году, тыс. гол. (в % к 2021 г.)

Для обеспечения стабильных приростов живой массы сельскохозяйственных животных и в целом интенсивных темпов роста производства во всех отраслях животноводства необходима надежная кормовая база, включающая в себя как корма, так и кормовые добавки, вещества отечественного производства, характеризующиеся содержанием не только белка, но и витаминов и минеральных веществ.

В качестве такого сырья выступают сухопутные улитки, которые характеризуются разнообразием съедобных видов и соответственно, качественными показателями.

Подробно, с точки зрения научного обоснования, рассматриваются вопросы применения улиток для приготовления пищи разного происхождения: морские (Cookia sulcate (small), Cookia sulcate (large), Hexaplex trunculus, Lunella torquata, Lunella undulata, Thais coronata, Turbo militaris, Tympanotonous fuscatus, Rapana venosa); пресноводные (Lymnaea stagnalis, Pachymelaniaaurita, Pila ampucella, Pomaceacanaliculata) и наземные (Achatina, Archatina sp., Achatina fulica, Archachatinamarginataovum, Archatinamarginatasaturalis, Archachatinamarginata, Helix aspersa, Helix pomatia, Limicolaria sp.) [2]. На содержание качественных показателей влияет, как уже доказано ранее, происхождение и среда обитания [3] моллюсков, но общая картина по видам показывает содержание общей влажности до 80 %, белка в пределах 20–60 %, жира и золы незначительное — 3 и 4 %.

Кроме пищевой ценности, также вызывают у зарубежных коллег вопросы микробиологической и химической безопасности. Эти аспекты напрямую зависят от места среды обитания и сбора их. Проведённые опыты по влиянию рационов кормления улиток на их питательность доказали возможность корректирования содержания в продукте таких показателей как белка с его аминокислотным профилем и жира в пределах 5 %.

Контролируемое питание, как обязательный элемент технологии выращивания, не только даёт возможность корректировки показателей питательности конечного продукта, но и гарантирует его безопасность и рациональное использование природных ресурсов без нанесения экологического ущерба природе.

В ранее проведённых исследованиях по изучению питательной ценности и возможности использования отходов производства продукции улитководства (нога и внутренние органы), в том числе и в кормлении сельскохозяйственных животных, было установлено, что сухое вещество в среднем составляет от 25 до 29 % в органах и от 12 до 15 % в ноге; по содержанию золы — от 9 до 14 % в ноге и 8–10 % в органах. По наличию белка в сухом веществе ноги улиток H. a. aspersa, H. aspersa maxima, в пределах 65,6 — 65 %, в органах — 63,7 — 52,8 %; в H. lucorum и H. pomatia — в ноге 72,2 — 74,5 %, в органах — 74,3 — 80,0 %. Содержание жира во всех образцах в сухом веществе органов было наибольшим и составило: 12,5; 16,3; 11,7 и 7,0 %, в ноге: 6,5; 6,5; 6,5 и 5,5 % соответственно.

Минеральный состав показал преимущество по содержанию кальция до трех раз, и меди — до шести раз в образцах сухого вещества ноги, преимущество по содержанию фосфора от 2 до 3 раз, магния — в полтора раза, железа — от двух до 12 раз, цинка — от 16 до 28 раз в образцах сухого вещества внутренних органов улиток H. a. aspersa, H. aspersa maxima, H. lucorum и H. pomatia.

Таким образом, как показали результаты исследований, отходы производства, представляющие собой внутренние органы, по качественным показателям значительно не уступают основному продукту, следовательно, они могут применяться в производстве кормовых средств.

Аналогичные исследования минерального состава мяса и панциря улиток Achatina achatina, Archachatina marginata, Achatina fulica показали преимущественное содержание кальция в раковине — 14 093,21 против 587,0 мг/100 г, при этом по остальным показателям минерального обмена в мясе содержалось больше натрия — 66,37 против (11,52), калия — 112,37 (24,56), магния — 304,84 (78,29), фосфора — 190,57 (ниже предела обнаружения), цинка — 6,83 (0,3), железа — 12,91 (2,50), марганца — 0,73 (0,24), меди — 1,85 (ниже предела обнаружения) мг/100 г в среднем в сравнении с содержанием в раковине [4].

Исследования на определение химического, аминокислотного и жирнокислотного состава висцеральной массы (дорсальная концентрация внутренних органов) и жаберной крышки морской улитки Rapana venosa выявили содержание большого количества белка с аминокислотами, отвечающими за вкусовые ощущения, и жира, по сравнению с показателями, содержащимися в мясе, что в очередной раз подтверждает целесообразность и перспективность применения отходов производства в кормлении сельскохозяйственных животных [5].

Новый рассматриваемый и предлагаемый продукт требует разработки новых и более совершенных способов переработки и обработки исходного сырья и отходов производства, возникающих при проведении производственного технологического процесса [6]. Применение лиофилизации зарубежными коллегами зарекомендовало себя как эффективный способ повышения содержания в готовом продукте белка с более высокой растворимостью белковой фракции при значениях pH близких к нейтральным. Это сделает более доступным данный продукт потребителю со средним уровнем достатка.

Таким образом, несмотря на растущий интерес к альтернативным источникам белка из нетрадиционных источников, таких как насекомые, мясо улиток по-прежнему остается малоизученным источником белка в отечественной научно-исследовательской работе. Поэтому является целесообразным изучить аспекты, связанные с белковыми технофункциональными свойствами продуктов из мяса улиток с возможным сочетанием с иными ингредиентами для разработки кормовых продуктов, обогащённых отходами производства (сопутствующими продуктами производства гелицекультуры).

Материал и методы исследований. Целью данной научно-исследовательской работы на протяжении 2021–2023 гг. являлось изучение, разработка и регистрация результатов интеллектуальной деятельности в виде нового продукта и способа его получения, с выявлением возможного эффективного применения, в том числе, в кормлении сельскохозяйственных животных.

Для достижения поставленной цели были обозначены следующие задачи:

– изучить химический и аминокислотный состав виноградной улитки в сравнительном аспекте при применении разных способов термической обработки (сушки) и выявить наиболее целесообразный в перспективе применяемого в производстве;

– разработать в экспериментальном режиме комплекс технологических операций, представляющих собой способ получения нового продукта из виноградной улитки;

– получить новый продукт, представляющий собой лиофилизат виноградной улитки.

Все исследования проводились согласно общепринятым методикам и подразделялись на лабораторные и научно-производственные.

Определение химического и аминокислотного состава полученного продукта проводили в аккредитованной научной лаборатории «Корма и обмен веществ» ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

Научно-производственные исследования, включающие сбор и отбор кондиционной виноградной улитки, достигшей товарной зрелости [7]; голодную выдержку; пробоподготовку образцов с применением разных способов сушки (лиофильная (при — 40°С) и дегидратор (при +35°С и +105°С — традиционный способ); подбор и апробацию в экспериментальном режиме комплекса технологических операций, составляющих разработанный способ (подготовительные манипуляции, термическую обработку виноградной улитки способом варки при 100ºС 40 минут или заморозки при температурном режиме — (1–25)ºС в морозильной камере, извлечение тела улитки, замораживание продукции в морозильной камере при — (1–25)ºС — по необходимости в случае накопления объёмов производства, лиофилизацию посредством замораживания при низком температурном режиме — (40–50)ºС и атмосферном давлении) проходили на базе ИП крестьянского (фермерского) хозяйства А.К. Храмов и в условиях ВНИИОК-филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» Ставропольского края (рис. 2).

Рис.2. Схема проведения исследований

Результаты исследований. Таким образом, первый этап исследований, характеризующийся изучением химического и аминокислотного состава Helix pomatia с применением разных способов термической обработки показал, что наиболее перспективным является использование лиофильной сушки, которая способствовала повышенному содержанию сырого протеина — 74,9 % против 72,0 (дегидратор при +35 °С) и 72,8 % (дегидратор, традиционный способ при +105°С), что больше на 2,9 и 2,1 абсолютных % с аналогичным количеством сырой золы во всех трёх пробах в пределах 8,3–8,9 %.

Содержание количества сырого жира от обратного уменьшилось и составило 3,5 % против — 5,8 и 6,3 % соответственно.

По аминокислотному составу образец, полученный при применении лиофильной сушки, имел незначительное преимущество, которое было статистически недостоверно в пределах 1,0 % в сравнении с двумя другими пробами.

Исходя из выше указанного, улитка, подвергнутая лиофильной сушке, представляла большую питательную ценность, и этот факт стал основополагающим для разработки лиофилизата виноградной улитки и способа его получения [8].

Второй этап научно-исследовательской работы, представляющий собой разработку в экспериментальном режиме комплекса технологических операций, в сравнении в двух вариантах, включал в конечном итоге сбор кондиционной виноградной улитки и отбор посредством визуальной оценки поголовья на однородность и стабильность. При этом учитывали комплекс признаков: основной окрас, наличие полос и годовые кольца на раковине, окрас ноги, в количестве всего 10 кг (по 5 кг для осуществления каждого способа) с последующей голодной выдержкой; термическую обработку наземного брюхоногого моллюска способом варки при 100ºС 40 минут (1 вариант) или с применением заморозки при температурном режиме — (1–25) ºС в морозильной камере (2 вариант); извлечение тела улитки из раковины в первом случае с помощью корнцанга, при этом получали два продукта: варёное мясо улитки и целую раковину, а во втором — посредством нарушения её целостности (разбиванием); замораживание в морозильной камере при температурном режиме — (1–25) ºС, возникающее при необходимости в сборе сырья и его накоплении; непосредственно лиофилизацию, выражающийся в способе получения нового продукта из виноградной улитки.

Сам процесс лиофилизации характеризовался замораживанием продукта при температуре — (40–50)ºС и атмосферном давлении, которое проходило в несколько этапов, включающих первоначальное охлаждение плит вакуумной камеры с кассетами с замороженным сырьём не менее — 40ºС общей продолжительностью не менее 14–16 часов, после достижения охлаждаемой поверхностью температуры не менее — (35–40) ºС, включается вакуумная откачка, сопровождающаяся снижением давления до 15–14 Па с последующим через два часа включением подогрева плит +15ºС с температурным шагом в 5ºС через каждые пять часов, повышающийся до +45ºС при достижении температуры продукта до 40 ºС. Сам процесс досушивания Helix pomatia длится 15 часов с момента приобретения сырьём температуры +(20–22) ºС.

Полученный таким образом продукт — лиофилизат виноградной улитки оценивается по комплексу показателей, включающий остаточную влажность, которая должна быть в пределах 1–4 %, визуальную стабильность, подразумевающую отсутствие подтаек и цвет желтоватого оттенка.

Принцип процесса лиофилизации продемонстрирован на рисунке 3.

Сравнение химического состава полученных двумя способами лиофилизатов виноградной улитки показало, что наиболее эффективным по биологической ценности белков является продукт, полученный способом № 1, так как в нём содержалось больше сырого протеина на 14,4 абсолютных процентов (74,9 % в сравнении с 60,5 %). Количество сырого жира в двух образцах было практически на одном уровне в пределах 3,5 — 3,8 %. Содержание сырой золы было наибольшим в образце № 2 — 18,5 % на 9,6 абсолютных % в сравнении с 8,9 % (образец № 2).

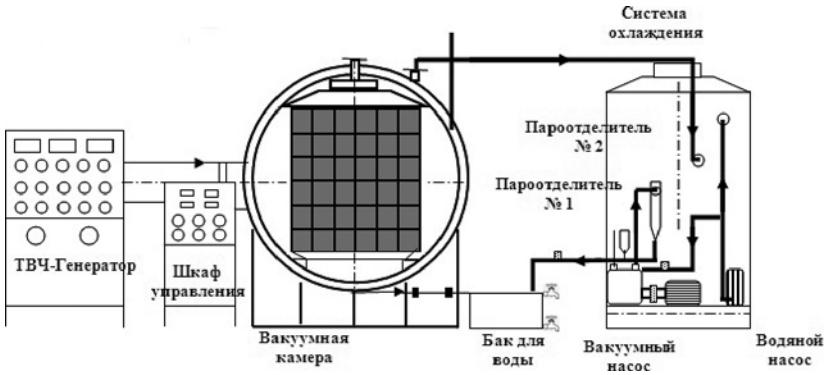


Рис.3. Процесс лиофилизации

Проведя всесторонний анализ полученных данных по составу разработанного продукта и способа его получения, считаем целесообразнее применение лиофилизата виноградной улитки, полученного способом № 1 с дальнейшим рассмотрением его аминокислотного состава.

Для определения биологической ценности белка лиофилизата виноградной улитки, провели лабораторные исследования на установление аминокислотного состава, с дальнейшим применением расчёта аминокислотного СКОРа относительно стандартной шкалы ФАО/ВОЗ (таблица 1).

Таблица 1. Аминокислотный состав лиофилизата виноградной улитки

Аминокислота	Эталонный белок, г/100 г белка	Лиофилизат улитки, г/100 г белка	Аминокислотный СКОР, %
Изолейцин	4,0	4,4	1,10
Лейцин	7,0	7,6	1,09
Лизин	5,5	6,3	1,15
Метионин + цистин	3,5	2,8	0,80
Фенилаланин + тирозин	6,0	9,2	1,53
Треонин	4,0	4,6	1,15
Триптофан	1,0	–	–
Валин	5,0	5,2	1,04

Проведя расчёт аминокислотного скора выявили, что лимитирующей биологическую ценность аминокислотой считается сочетание метионина и цистина (серосодержащие аминокислоты), так как значение составляет 0,80, т. е. меньше 1, при этом дефицита незаменимых аминокислот в основной определяемой их массе не наблюдалось.

Также лиофилизат наземного брюхоногого моллюска характеризуется содержанием в значительном количестве аланина, аспарагиновой и глютаминовой кислот, которые обеспечивают приятный специфический вкус продукту и массовой доли влаги 1,3 %, что способствует длительному сроку хранения и удобной транспортировки.

Проведённое исследование на определение токсичности (протокол испытаний № 10-00812) показал полностью безопасность пробы.

Выводы. Таким образом, в результате комплексного исследования был разработан лиофилизат виноградной улитки и способ его получения, доказана его целесообразность возможного применения в животноводстве в качестве кормовой добавки, способствующей улучшению метаболизма организма и как следствие, повышению продуктивности.

Литература

1. Петрунина И.В. 2022 год — мясная отрасль (предварительные итоги) / И. В. Петрунина // Рынок мяса и мясных продуктов. — 2023. — № 1. — С. 2–15.

2. Pissia M.A. Raw materials from snails for food preparation / M. A. Pissia, A. Matsakidou, V. Kiosseoglou // Future Foods. — 2021. — №3. — 100034.

3. Influence of soil on the growth of the land snail Helix aspersa. An experimental study of the absorption route for the stimulating factors / A. Gomot, L. Gomot, S. Boukraa, S. Bruckert // Journal of Molluscan Studies. — 1989. — №55. — P. 1–7.

4. Nkansah M.A. Mineral and proximate composition of the meat and shell of three snail species / M.A. Nkansah, E.A. Agyei, F. Opoku // Heliyon. — 2021. — №7. — e08149.

5. Proximate composition, amino acid and fatty acid profiles of marine snail Rapana venosa meat, visceral mass and operculum / F. Luo, R. Xing, X. Wang, Q. Peng, P. Li // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2017. — №97 (15). — P. 5361–5368.

6. Structural characteristics and physicochemical properties of freeze-dried snail meat / M.-A. Pissia, A. Matsakidou, A. Paraskevopoulou, V. Kiosseoglou // LWT — Food Science and Technology. — 2022. — №155. — 112980.

7. Пронина Г.И. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Виноградная улитка (Helix pomatia) / Г.И. Пронина, А.Б. Петрушин, Н.Ю. Корягина, Л.А. Розумная. — М. — 2019. — 15 с.

8. Храмов А.К. Патент №2788715 Российская Федерация, МПК A23L 3/52 (2006.01). Лиофилизат виноградной улитки и способ его получения: №2022104123: заявл. 17.02.2022: опубл. 24.01.2023 / Суров А.И., Голембовский В.В., Пашкова Л.А., Талалаев С.А., Храмов К.К., Черкашина Г.А. ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Храмов А.К. — Бюл. №3. — 5 с.

УДК 636.237:636.22/.28.033

РОСТ И РАЗВИТИЕ СКЕЛЕТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДНЯКА СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ

Н.А. Дорохин
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
356241, Россия, Ставропольский край, Шпаковский р-н,
г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49
e-mail: dorohin.2012@inbox.ru

Резюме *Известно, что степень развития скелета туш во многом определяет мясную продуктивность. Тем не менее, исследования по изучению роста и развития скелета у бычков симментальской породы практически отсутствуют. Более того остаются неизученными особенности роста и развития, как скелета туш в целом, так и отдельных костей, в зависимости от уровня их кормления, что и стало целью этой работы.*

Abstract. *It is known that the degree of development of the carcass skeleton largely determines meat productivity. However, studies on the growth and development of the skeleton in Simmental bulls are practically absent. Moreover, the features of growth and development of both the carcass skeleton as a whole and individual bones, depending on the level of their feeding, remain unexplored, which was the goal of this work.*

Введение. Интенсивность и характер роста скелета туш животных в постнатальном онтогенезе, начиная со становления локомоции (двигательная активность животных в пространстве) новорожденных телят до достижения ими дефинитивной (зрелой) организации костного и мышечного комплекса, определяются закономерными и последовательными изменениями напряженности ростовых процессов тканей и органов их организма. Изучение особенностей роста и развития, в частности, костяка туш животных, позволяют селекционерам влиять на интенсивность их роста в разные периоды онтогенеза, что отражается на формировании мясной продуктивности [1–4].

Трудами многих исследователей установлено, что одним из важных аспектов в формировании костяка является уровень и полноценность кормления, который позволяет в полной мере проявляться заложенному генетическому потенциалу животных [4,5]. Симментальская порода скота является широко распространенной на Юге России породой комбинированного направления продуктивности, селекционная работа которой, в настоящее время ведется в направлении увеличения мясной продуктивности, с сохранением высоких показателей молочности. Трудами ученых и селекционеров выведены внутрипородные мясные типы скота симментальской породы [6–8]. Однако, некоторые вопросы, а именно влияние разных уровней кормления на рост и развитие скелета бычков симментальской породы остается слабо изученными, что и стало целью наших исследований.

Материал и методы исследований. Исследование проводилось на базе СПК ПЗ «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики на бычках симментальской породы (n=30). В возрасте 6 месяцев животных разделили на 2 группы по принципу аналогов: I опытная группа –повышенный уровень кормления (n=15), II контрольная группа — принятый в хозяйстве уровень кормления (n=15). В молочный период телят кормили индивидуально, затем кормление было групповое. В летний период обе группы телят находились на одних и тех же пастбищах. Условия содержания и ухода, а также качество кормов было одинаковыми в обеих группах. Ежемесячно определяли расход и учет несъеденных остатков грубых и сочных кормов по группам по двум смежным дням с последующим снятием остатков.

Кастрацию бычков провели в четырех месячном возрасте. Учет особенностей роста и развития бычков, а именно взвешивание и снятие 12-ти промеров, для расчетов индексов телосложения, проводили при рождении и в 6, 12 и 18 месяцев.

Контрольные убои подопытных бычков-кастратов проведены в 7, 12 и 18 месяцев. Животные, поступившие на мясокомбинат, находились на голодной выдержке в течение суток, затем проводили их убой по общепринятой технологии [9]. Все продукты, полученные от убоя, учитывали индивидуально.

Достоверность полученных результатов и обработку данных проводили в программе Microsoft Excel и в программе IBM SPSS Statistics 26.

Результаты и их обсуждение. В постэмбриональный период как в I, так и во II группах осевой скелет растет более интенсивно, чем периферический (таблица 1). Однако при сравнении показателей роста этих отделов между группами видно, что соотношение темпов прироста между осевым и периферическим скелетом в I группе выше, чем во II группе.

Таблица 1. Развитие скелета у симментальских бычков-кастратов в 18 месячном возрасте при разных уровнях кормления

Живая масса и скелет	Масса (в кг)		Коэффициент роста от рождения до 18 месяцев		Относительная масса костяка бычков контрольной группы к массе бычков опытной (в %)
	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	
Живая масса	450,40±6,84*	375,10±5,75	11,33	6,50	57,5
Осевой скелет	27,367±1,2*	16,889±1,96	7,39	4,56	61,7
в т. ч. череп	7,427±0,78*	4,960±0,52	6,37	4,26	66,8
позвоночник	11,474±1,5*	6,844±1,02	6,77	4,04	59,7
рёбра и грудная кость	8,466±0,88*	5,085±0,45	10,05	6,04	60,1
Периферический скелет	26,658±2,3*	16,878±1,78	4,80	3,04	63,4

в т. ч. передние конечности	11,042±0,7*	6,864±1,0	4,80	3,03	62,2
задние конечности	15,616±1,4*	10,014±0,98	4,75	3,05	65,0
Весь скелет	54,025±3,45*	33,767±2,1	5,84	3,64	62,5

*Примечание *p≥0,05 — достоверная разница между опытной и контрольной группой*

В результате развитие осевого скелета, особенно костей позвоночника и грудной клетки, при недостаточном кормлении задерживается несколько больше, чем развитие костей конечностей. Так кости позвоночника в I группе на 40 % весят больше, чем контрольной (p≥0,05). Кости передних конечностей росли на 37 % более интенсивно в I группе, а задние на 35 % (p≥0,05). Весь скелет в I группе достоверно был выше на 38 %, по сравнению с II группой.

Различный уровень кормления ещё в большей степени сказывается на росте отдельных костей (таблица 2). Как следует из приведённых данных, во II группе в наибольшей степени задержался рост интенсивно растущих костей, таких как поясничные позвонки, безымянная кость и лопатка, масса которых достигла 55,5 — 56,8 % от массы соответствующих костей при высоком уровне кормления. Масса трубчатых костей — бедренной, плечевой, плюсны и пясти — составляла 64,7 — 66,9 % от массы этих костей у хорошо развитых животных.

Наши исследования также показывают, что по мере снижения уровня кормления в большей степени задерживается рост интенсивно растущих костей и в более резкой форме обнаруживается различное влияние на рост отдельных костей [10].

Таблица 2.Влияние уровня кормления на рост отдельных костей у симментальского молодняка в 18 месячном возрасте

Кости	Масса (в г)		Коэффициент роста за 18 месяцев		Относительная масса костяка бычков контрольной группы к массе бычков опытной (в %)
	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	
Шейные позвонки	3068±215*	1797±187	5,54	3,22	58,6
Поясничные позвонки	2384±223*	1355±142	7,18	5,70	56,8
Безымянная кость	1724±157*	972±55	8,50	4,80	56,4
Бедренная кость	2354±218*	1553±163	5,08	3,35	66,0
Плюсна	662±54*	428±78	3,07	2,02	64,7
Лопатка	851±63*	472±51	7,74	4,30	55,5
Плечевая кость	1786±97*	1148±97	5,78	3,72	65,2
Пясть	588±71*	393±49	3,10	2,14	66,9

*Примечание *p≥0,05 — достоверная разница между опытной и контрольной группой*

Так, например, у симментальских бычков I группы, достигших к убою в 18 месячном возрасте 455 кг, масса безымянной кости достигла 84 %, бедренной — 86, плюсны — 85, лопатки — 83,5, плечевой кости — 89 и пясти — 89 % от массы этих костей у бычков II группы (живая масса 375 кг). Масса указанных костей в том же возрасте у бычков II группы соответственно была — 74,5, 87,5, 89,5, 75, 87 и 90,5 % от массы их у молодняка на повышенном уровне кормления.

При выращивании молодняка II группы задержка роста интенсивно растущих костей (безымянной, лопатки) более значительна, чем медленно растущих костей (бедренной, плечевой, плюсны, пясти, табл. 2).

Таким образом, при выращивании молодняка с разными уровнями кормления задержка в развитии костей носит дифференцированный характер; и, как правило, те кости, которые имеют более интенсивный постэмбриональной рост отстают в развитии больше, чем медленно растущие кости [10].

Значительно меньше задерживается рост костей в длину, в сравнении с их ростом по массе (табл. 3).

Из таблицы следует, что по росту костяка в длину бычки контрольной группы отстали от бычков опытной группы на 15 %, в то время как костяк по массе у них был легче на 37,5 %. В результате на 1 см длины костяка при повышенном уровне кормления приходится 64 г, а и при хозяйственном уровне кормления — 47 г, или на 26 % меньше.

Таблица 3. Развитие отдельных частей скелета в длину у молодняка 18 месячного возраста при разном уровне кормления

Часть скелета	Длина (в см)		Коэффициент роста за 18 месяцев		Относительная длина С — группы в % к длине В — группы	Отношение массы костей к их длине (грамм на 1 см)	
	Опытная группа (В)	Контрольная группа (С)	Опытная группа	Контрольная группа		Опытная группа	Контрольная группа
Осевой	317,2±5,36*	265,5±6,39	2,13	1,77	83,7	86,0	63,5
в т. ч. череп	50,1±2,8*	41,5±3,77	1,99	1,65	83,0	148,2	120,0
позвоночник	267,1±6,48*	224,0±7,0	2,16	1,81	84,0	42,9	30,6
Периферический	318,5±7,65*	272,5±6,47	1,69	1,42	85,5	41,8	31,0
в т. ч.							
передняя конечность	139,7±5,14*	116,8±5,82	1,70	1,42	83,6	39,5	29,4
задняя конечность	178,8±6,92*	155,7±5,54	1,68	1,47	87,0	43,5	32,0
Вся длина	635,0±10,81*	538,0±12,5	1,88	1,59	85,0	64,0	47,0

Примечание *p≥0,05 — достоверная разница между опытной и контрольной группой

Из таблицы следует, что по росту костяка в длину бычки II группы отстали от бычков I группы на 15 %, в то время костяк по массе у них был легче на 37,5 % (*p≥0,05*). В результате на 1 см длины костяка I группы приходится 64 и при хозяйственном уровне кормления 47 г, или на 26 % меньше (*p≥0,05*).

Следует подчеркнуть, что у бычков во II группе в наибольшей степени снижается соотношение между массой и длиной у интенсивно растущих костей, которые в значительной степени влияют на формирование широкотелости животных [11–13]. Например, на 1 см позвоночника приходится при повышенном уровне кормления 42,9, а при хозяйственном — 30,6 г, или на 29 % меньше, в то время как для черепа это соотношение отстаёт на 19 % (*p≥0,05*). Такая же картина имеет место при сравнении роста лопатки и безымянной кости с ростом трубчатых костей. На 1 см длины лопатки в I группе приходится 25,6 г её массы, а во II группе — 16,5 г (*p≥0,05*), соответственно для безымянной кости 36,2 и 24 г, или 34–36 % меньше, в то время как для трубчатых костей (бедренной, плечевой, плюсны и пясти) это уменьшение составляет 25,5–30 % (*p≥0,05*).

Надо полагать, что формирование более тонких костей сокращает площадь кости и тем самым уменьшается поверхность для прикрепления мышц, что для мясного животного является нежелательным. Известно, что у животных мясных пород крупного рогатого скота и овец более короткие, но широкие кости.

Выводы. Установлено, что соотношение темпов прироста между осевым и периферическим скелетом при повышенном уровне кормления выше чем при хозяйственном. Кости позвоночника в I группе на 40 % весят больше, чем во II (p≥0,05). Кости передних конечностей росли

на 37 % а задних на 35 % (p≥0,05) более интенсивнее в I группе. Весь скелет в I группе достоверно был выше на 38 %, по сравнению со II группой. Выявили, что во II группе в наибольшей степени задерживался рост интенсивно растущих костей, таких как поясничные позвонки, безымянная кость и лопатка, масса которых достигла 55,5–56,8 % от массы соответствующих костей I группы. По росту костяка в длину бычки II группы отстали от бычков I группы на 15 %, в то время костяк по массе у них был легче на 37,5 %.

Повышенный уровень кормления обеспечивает наиболее полное проявление потенциальных генетических и биологических возможностей роста и развития костной ткани, а также отдельных её групп в пределах частей туши.

Литература

1. Веревкина М.Н. Мониторинг заболеваний крупного рогатого скота по Ставропольскому краю с 2006 по 2010 г / М.Н. Веревкина, А.А. Дорохина, Н.С. Коростылева //Диагностика, лечение и профилактика заболеваний сельскохозяйственных животных. — 2012. — С. 12–14.
2. Шевхужев А.Ф. Мясное скотоводство России и перспективы его развития / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, В.В. Голембовский, С.С. Гостищев // Сельскохозяйственный журнал. — 2021. — № 4 (14). — С. 53–60. — DOI 10.25930/2687-1254/007.4.14.2021.
3. Арилов А.Н. Использование иммунномодулирующего препарата «ПИМ» в скотоводстве / А. Н. Арилов, В. В. Голембовский // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. — 2017. — Т. 6. — № 2. — С. 68–73.
4. Голембовский В.В. Влияние биологически активных кормовых добавок животного происхождения на продуктивные качества крупного рогатого скота / В.В. Голембовский, Л.А. Пашкова, В.С. Артамонов // Достижения науки и техники АПК. — 2022. — Т. 36. — № 5. — С. 79–83. — DOI 10.53859/02352451_2022_36_5_79
5. Прохоров И.П. Особенности роста и развития скелета симментальских и помесных бычков, выращиваемых на мясо / И.П. Прохоров, О.А. Калмыкова // Российская сельскохозяйственная наука. — 2020. — № 2. — С. 58–61. — DOI 10.31857/S2500-2627-2020-2-58-61.
6. Features of body height and skeletogeny of carcasses of black and motley and local bull-calves depending on feeding level / V.N. Lukyanov, M.M. Ertuev, I.P. Prokhorov, A.N. Pikul // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. — 2017. — No. 4(64). — P. 248–256. — DOI 10.18551/rjoas.2017-04.32
7. Шевхужев А.Ф. Молочная продуктивность и качество молока симментальского скота при скармливании препарата Биотал Платинум / А.Ф. Шевхужев, Д.Р. Смакуев //Зоотехния. — 2009. — № 12. — С. 16–19.
8. Тюлебаев С.Д. Научные и практические основы использования ресурсного потенциала симментальской породы при создании на её основе скота мясного типа //Дис. доктора сельскохозяйственных наук. — 2011. — Т. 6. — № 07.
9. Прохоров И.П. Рост, развитие и мясная продуктивность бычков симментальской породы и ее помесей с герефордской и шаролезской / И.П. Прохоров, В.Н. Лукьянов, А.Н. Пикуль // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2014. — № 4. — С.74–89.
10. Методология научных исследований в животноводстве и кормопроизводстве (методическое пособие) /под ред. А.И. Сурова. — Ставрополь: ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Ставрополь-Сервис-Школа. — 2022. — 364 с.
11. Шевхужев А.Ф. Особенности роста молодняка черно-пестрой породы в зависимости от уровня кормления / А. Ф. Шевхужев, В. А. Погодаев // Аграрная наука — сельскому хозяйству: Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 09–10 февраля 2022 года. Том Книга 2. — Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет. — 2022. — С. 181–183.
12. Шевхужев А.Ф. Развитие отдельных мускулов и их химический состав у бычков абердин-ангусской породы в зависимости от типа телосложения / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погода-

ев, К.Г. Магомедов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2021. — №4 (90). — С. 235–240.

13. Бабушкин В. А. Основы научных исследований в зоотехнии / В.А. Бабушкин, О.Е. Самсонова, А.Н. Негреева, А.Г. Нечепорук. — Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет. — 2020. — 115 с.

УДК 636.087.7:636.2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

Р. К. Милушев
ФГБНУ ВНИИТиН, 392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, д. 28
E-mail: july1931@yandex.ru

Резюме. *Концепция функционального кормления молочного скота основывается на использовании рационов, содержащих добавки, способные обеспечить не только продуктивность животных, но и оптимальный состав молока, его специфические характеристики, необходимые для питания людей. Приведены рецепты добавок, результаты их использования в кормлении коров.*

Abstract. . *The concept of functional feeding of dairy cattle based on the use of diets containing additives that can ensure not only the productivity of animals, but also the optimal composition of milk, its specific characteristics necessary for human nutrition. Recipes of additives, the results of their use in feeding cows are given.*

Использование новых технологий и обеспечение качества технологических процессов — это резерв для увеличения производства молока [1,4]. Эффективность этих технологий зависит от устойчивого функционирования биотехнических систем (БТС) [2].

Эффективность молочного скотоводства зависит от множества факторов. Главный из них — уровень и качество кормления коров. Эта составляющая позволяет реализовать генетический потенциал продуктивности животных и сохранять у них хорошее здоровье на протяжении длительного периода времени. Продуктивность — важнейшая характеристика животного как элемента биотехнической системы. Кормление — это главный фактор, влияющий на этот показатель. Чем выше генетический потенциал животного, тем чувствительнее оно к условиям кормления.

Концепция функционального кормления молочного скота предусматривает всесторонний контроль элементов питания. Некоторые из них синтезируются в организме, другие следует вводить с кормами и кормовыми добавками. Для высокопродуктивных коров это особенно важно, т. к. они более требовательны к полноценности рациона и качеству кормов.

Концепцией предусматривается использование в молочном животноводстве продуктов естественного, а в необходимых случаях синтетического происхождения, которые при систематическом применении оказывают регулирующее действие на гены, контролирующие адаптацию, биохимические процессы, физиологические функции и поведение животного [10].

Функциональное кормление должно основываться на использовании рационов, содержащих комплексные функциональные добавки, способные обеспечить не только продуктивность животных, но и оптимальный состав молока, его специфические характеристики, необходимые для питания людей. Теоретическая основа в этом случае — положение о том, что моделированием кормовых рационов можно управлять продуктивными качествами животного. Повышать содержание в продукции полезных веществ, обогащать ее биологически активными компонентами [3,5,6]. Такой подход обладает несомненными преимуществами по сравнению с технологическим обогащением пищевых продуктов, так как добавляемые в

корм биологически активные вещества в организме животного трансформируются, превращаясь в натуральные [6].

Следующим важным положением является то, что для обеспечения максимальной продуктивности корова должна получать оптимальные количества всех питательных веществ [3]. Ее необходимо хорошо защитить от стрессов, особенно на стадии стельности и после нее. В настоящее время выявлен круг компонентов, вызывающих активацию генов, контролирующих адаптацию к стрессу различной природы: бетаин, витамин Е, селен [10]. Селен, дает возможность поддерживать активность витамина Е в условиях стресса и обеспечивать эффективную антиоксидантную защиту клетки. Осмоген бетаин — триметильное производное глицина, выступает «донором» метильных групп. Он способствует поддержанию осмотического баланса в клетках [9].

Вопрос о применении биоактивных природных веществ, для коррекции различных функций организма животных, на протяжении нескольких десятков лет актуален, поскольку оптимизация их кормления с использованием различных кормовых добавок является перспективным направлением исследований. Особый интерес, как наиболее безопасные и экологичные, вызывают биологически активные вещества природного происхождения. Установлено, что кормовые добавки, содержащие растительные компоненты обладают антимикробным, противовирусным, иммуномодулирующим, гепатопротекторным, противогрибковым, противовоспалительным действием, улучшают переваримость кормов и способствуют получению экологически чистой продукции [5]. Одним из таких компонентов являются полножирные семена льна и расторопши. В настоящее время в мировой практике наблюдается повышенный интерес к использованию такого корма в рационах животных. Это связано с тем, что в льняном семени содержится много ценных питательных веществ: жира 30–39 %, белка от 16 до 33 %, минеральных веществ до 5 %, все необходимые микроэлементы и витамины. В составе жира половину составляет полиненасыщенная линоленовая кислота (Q_3), выполняющая функцию витамина F. Важная особенность семян льна — содержание до 10 % слизистых веществ. Они образуют в воде клейкую слизь, под влиянием которой в рубце жвачных животных дольше задерживается химус, что обеспечивает лучшие условия для его преобразования микробной флорой. Она защищает стенки желудочно-кишечного тракта от механических повреждений и регулирует выделение непереваренных остатков. Льняное семя является лучшим естественным источником селена — в среднем 1 мг на 1 кг продукта [11].

В кормлении высокопродуктивных коров большую роль играют антиоксиданты и микроэлементы, особенно их органические формы, которые повышают не только продуктивность и здоровье животных, но и качество молочной продукции. Дефицит биологически активных элементов в кормах может восполнить расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L) Gaertn) — растение, способное аккумулировать селен из почвы. Это растение имеет уникальный состав и содержит большое количество активных соединений, обладающих широким спектром биологического действия. Флаволигнаны, под общим названием «силимарин», являются в нем ведущей группой биологически активных веществ[8]. Антиоксидантная активность обусловлена способностью данного вещества реагировать со свободными радикалами, ингибируя процесс перекисного окисления липидов, производить стабилизацию клеточных мембран и тучных клеток, значительно снижать расход и содействовать увеличению количества восстановленного глутатиона, прямая функция которого — разрушение свободных радикалов. Многими исследованиями уже доказано, что флавоноиды расторопши пятнистой обладают в 10 раз более высокой антиоксидантной активностью, чем витамин Е (токоферол)[8]. Плоды расторопши пятнистой используются при лечении и профилактике поражений печени различной этиологии, что представляет особенный интерес, поскольку нарушение функций печени — одна из актуальных проблем молочного скотоводства, возникновению которых наиболее подвержены высокопродуктивные животные [7].

Руководствуясь вышеизложенным, впервые были разработаны и апробированы в производственных условиях рецепты добавок из природных компонентов — льна и расторопши,

и современных биологически активных веществ, которые могут изменять у животных обмен веществ, вызывая повышение продуктивности. Экспериментальные данные по использованию этих кормовых средств были получены в условиях современных технологий кормления и содержания крупного рогатого скота молочного направления продуктивности. В опытах, как правило, использовалось две группы коров-аналогов голштинской породы, уровень продуктивности которых — 8000 кг молока в год. Условия содержания, длительность опыта в каждой группе, первая из которых была контрольной, а вторая — опытной, были одинаковыми. Кормление животных — 2 раза в сутки. Коровы второй группы получали к основному рациону разработанные добавки вместе с кормосмесью.

Состав добавки, предназначенной для высокопродуктивного молочного скота, мас.%: семена полножирного льна экструдированные — 70; кукурузная дерть экструдированная — 29,83; витамин Е (50%) — 0,007; селено Ки (0,25%) — 0,007; ОМЭК-J (2.5%) — 0,003; соль поваренная — 0,153. Ее качественный состав: Обменная энергия, МДж/кг — 15,50; Сырой протеин,% — 17,94; Переваримый протеин,% — 15,04; Сырая клетчатка,% — 5,50; Сырой жир,% — 27,30; Сахар,% — 7,39; Полиненасыщенные жирные кислоты,%: линолевая — 10,97, линоленовая — 14,12; Микроэлементы, мг/кг: Селен, мг/кг — 1,20, Йод — 6,20; Витамин Е, мг/кг — 470.

Использование этой добавки при кормлении коров в течение 58 дней способствовало нормальному обмену веществ и повышению продуктивности. Молочная продуктивность животных из группы, получавшей экспериментальную добавку в составе кормосмеси, была на 6,6 кг выше, чем в контрольной (16,4%). Пищевая ценность молока от этой группы была хорошей. В нем содержалось 3,12% белка и 3,64% жира.

Из анализа современной научной литературы следует, что расторопша и продукты ее переработки хорошо сочетаются с другими биологически активными веществами как природного, так и искусственного происхождения. Перспективным может быть сочетание зерна расторопши с пробиотиками, витамином Е и донором метильных групп и гепатопротектором — бетаином[9]. Особый интерес представляет такая добавка для молочного скотоводства, в частности при ее использовании в кормлении сухостойных коров.

Получены данные о влиянии кормовой добавки, содержащей зерно расторопши на обмен веществ, профилактику гепатоза и продуктивность коров. Ее состав, в%: зерно расторопши –92,76; пробиотик «профорт» — 6,00; бетаин гидрохлорид (97%) — 1,20; витамин Е(50%) — 0,04. В скобках представлена активность препарата. Качественные показатели добавки из расторопши: Обменной энергии, МДж — 12,50; Сырого протеина, г — 16,69; Сырой клетчатки, г — 17,10; Сырой жир, г — 23,43; Кальция, г — 0,70; Фосфора, г — 0,64; Витамина Е, мг — 217. Применение кормовой добавки в течении 62 дней улучшило обмен веществ у коров опытной группы в сухостойный период, что положительно сказалось на их продуктивности. После отела качество приплода в этой группе было выше: живая масса новорожденных телят превосходила таковой показатель контрольных животных на 5,0% (38,0 кг против 36,2) , а среднесуточные приросты у них в дальнейшем были выше на 3,86% (619 г против 596). У коров, получавших кормовую добавку, легче проходили отелы и быстрее восстановливалось к норме функциональное состояние организма. Об этом свидетельствовал такой показатель как сокращение времени на отделение последа по сравнению с контрольными коровами на 2,4 часа. Коровы опытной группы характеризовались лучшими показателями функции воспроизводства. После отела они были осеменены через 44 дня, а из контрольной — через 79 дней, или на 35 дней позднее. Видимо комплекс биологически активных веществ, содержавшийся в кормовой добавке, благоприятно воздействовал на протекание физиологических процессов в организме коров опытной группы. Контрольным доением установлено повышение удоя у этих животных (24 кг молока против 23).

Реализация положений, предусмотренных вышеизложенной концепцией в разаработанных добавках, позволит повысить продуктивность животных, улучшить качество производи-

мой продукции, увеличить продуктивное долголетие, что скажется в лучшую сторону на эффективности производства и обеспечит продовольственную безопасность страны.

Литература

1. Доровских В.И., Доровских Д.В. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве // Наука в Центральной России. — 2014. — №6 (12). — С. 22–28.

2. Кирсанов, В.В., Цой Ю.А. Тенденции развития биотехнических систем в животноводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. — 2020. — Том 14, №3. — С. 27–32.

3. Любин Н.А., Дежаткина С.В., Ахметова В.В. Разработка и внедрение нетрадиционных БАД на основе натуральных компонентов в животноводство . — Ульяновск, 2017. — 336 с.

4. Маринченко Т.Е. Перспективные разработки в области молочного скотоводства // Техника и технологии в животноводстве. — 2020. — №2, (38). — С. 124–129.

5. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Рыков Р.А. Особенности обменных процессов в организме коров с использованием в рационах комплекса дополнительного питания //Генетика и разведение животных. — 2019. — №4. — С. 92–97.

6. Горлов, И.Ф. Инновационные технологии управления живыми системами в производстве высококачественной экологически безопасной продукции животноводства // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. — 2014. — №3, (35). — С. 1–12.

7. Калугина Л. Расторопша в Коелге: сезон третий // Комбикорма. — 2019. — №6. — С. 6–8.

8. Hellerbrand C., Schattenberg J. M., Peterburs P., Brignoli A. L. R. The potential of silymarin for the treatment of hepatic disorders // Clinical Phytoscience. — 2016. — №2(7). — P. 1–14.

9. Zhao G. Betaine in Inflammation: Mechanistic Aspects and Applications // ogy. — 2018 — №24 (9). — P. 1070.

10. Сурай П.Ф., Фисинин В.И., Кочиш И.И. Концепция витагенов в молочном и мясном скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. — 2020. — №5. — С. 11–17.

11. Newkirk R. Flax feed industry guide. — Winnipeg. — 2015. — P. 17–19

УДК 636.082.22 (571.513)

ПРОДУКТИВНОСТЬ СИММЕНТАЛЬСКИХ И КРАСНО-ПЕСТРЫХ КОРОВ В ХОЗЯЙСТВАХ ХАКАСИИ

М.М. Никитина, Л.Г. Виль

ФГБНУ «НИИАП Хакасии», 655132, Республика Хакасия, Усть-Абаканский район, с. Зеленое, ул. Садовая, 5

e-mail: nikitina-1970@yandex.ru

Резюме. *В статье приведены данные по молочной продуктивности и живой массе коров красно-пестрой и симментальской пород в хозяйствах Хакасии за 2019–2021 гг. Отмечается снижение удоя коров независимо от их породной принадлежности в связи с ухудшением кормовой базы хозяйств в неблагоприятные по природно-климатическим условиям годы.*

Abstract. *The article presents data on milk productivity and live weight of cows of the Red-and-White and Simmental breeds in the farms of Khakassia for 2019–2021. There is a decrease in the milk yield of cows, regardless of their breed, due to the deterioration of the forage base of farms in unfavorable years in terms of natural and climatic conditions.*

Одной из основных задач агропромышленного комплекса Республики Хакасия является увеличение производства молока и мяса в регионе. В связи с этим необходимо разводить животных, которые смогли бы эффективно трансформировать корма в продукцию и отличаться

высокими продуктивными и племенными качествами. В число приоритетных направлений по животноводству входит разведение молочного скота [1].

В Хакасии молочное скотоводство представлено двумя породами — симментальской и красно-пестрой. Животные этих пород имеют достаточно высокий потенциал по молочной продуктивности, наиболее приспособлены к природно-климатическим и кормовым условиям Хакасии [2]. Однако недостаточный уровень кормления, неудовлетворительная сбалансированность рационов при низком качестве кормов в отдельных хозяйствах региона обеспечивают реализацию продуктивного потенциала животных всего лишь на 40–60 % [3–4].

Улучшение продуктивных и племенных качеств молочного скота, в первую очередь, принадлежит племенным хозяйствам. Знание племенной ценности родителей животных является одним из аспектов, обеспечивающих успех селекционно-племенной работы. Широкое использование в воспроизводстве коров и быков-производителей с высоким потенциалом продуктивности материнских предков ускоряет темпы усовершенствования молочных стад, позволяет получать потомков с наследственными задатками, в наибольшей степени отвечающими требованиям современной технологии производства молока. В настоящее время в Республике Хакасия имеется два племрепродуктора по совершенствованию молочного скота: ООО «Целинное» занимается разведением и улучшением племенных и продуктивных качеств скота красно-пестрой породы, ООО «Алтай» — симментальской породы скота.

Основой для селекции служат данные бонитировки, полученные селекционерами хозяйств при оценке продуктивных и племенных качеств каждого отдельно взятого животного в стаде [5]. В связи с этим, изучение продуктивных качеств молочного скота, разводимого в условиях Республики Хакасия, является актуальным, имеет научное и практическое значение.

В 2019–2021 гг. проведена бонитировка крупного рогатого скота молочного направления продуктивности в пяти хозяйствах: ООО «Алтай» и ООО «Андреевское» Алтайского района, ООО «Целинное» Ширинского района, СПК «Копьевский» Орджоникидзевского района и ОПХ «Черногорское» — филиал ФИЦ КНЦ СО РАН Усть-Абаканского района.

По итогам 2021 года пробонитировано всего — 7933 гол., в т.ч. 4241 корова или 55,1 % от общего количества коров, разводимых в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах. Удельный вес животных красно-пестрой породы составил 31,7 % от числа пробонитированных, симментальской — 68,3 %. По породному составу все пробонитированное поголовье крупного рогатого скота является чистопородным. К высоким бонитировочным классам (элита-рекорд и элита) в 2019 году отнесено 87,1 % животных, в т.ч. коров — 89,3 %. По результатам бонитировки 2021 года удельный вес высококлассных животных увеличился до 97,8 %, коров до 96,9 %, в т.ч. по красно-пестрой породе 99,2 % и 99,9 %, по симментальской — 97,2 % и 96,0 % соответственно.

Молочная продуктивность, живая масса и коэффициенты молочности коров по хозяйствам приведены в таблице.

Анализ таблицы показывает, что в 2021 году по сравнению с 2019 годом удой у коров снизился практически во всех хозяйствах, что связано, скорее всего, с ухудшением кормовой базы в менее благоприятный по природно-климатическим условиям год для заготовки кормов.

Так наивысший удой по итогам бонитировки 2021 года был у симментальских коров ООО «Андреевское», от них надоили 5130 кг молока жирностью 4,05 %, содержание белка 3,08 %. Это хозяйство первый год отчиталось по итогам бонитировки крупного рогатого скота.

Наиболее высокой продуктивностью за 2019–2021 гг. отличались коровы красно-пестрой поды в ООО «Целинное». Однако и в этом хозяйстве продуктивность коров за последние три года снизилась: по удою на 99 кг (1,9 %), содержанию жира в молоке на 0,08 %, белка на 0,21 %. В 2021 году от них надоили 5088 кг молока жирностью 4,14 %, содержание белка 3,27 %.

Сравнительно высокая молочная продуктивность у симментальских коров в ООО «Алтай» — 4963–4,05–3,50, удой которых также снизился за анализируемый период на 75 кг (1,5 %) в связи с ухудшением кормовой базы хозяйства.

Ниже всех продуктивность у симментальских коров в СПК «Копьевский» — 2717–3,96–3,22. В сравнении с 2019 годом удой в данном хозяйстве снизился на 482 кг или 15,1 %, содержание жира и белка наоборот увеличилось на 0,04 % и 0,02 % соответственно. Увеличение жирномолочности связано, скорее всего, со снижением удоя, так как известно, что корреляционная связь между удоем и жиром чаще всего — отрицательная. В этом же хозяйстве первотелки превышали полновозрастных коров по удою на 489–1587 кг, что указывает на высокую выбраковку первотелок по низкой продуктивности, а так же на недостаточный и несбалансированный уровень кормления полновозрастных коров.

В ОПХ «Черногорское» также снизился в сравнении с 2020 годом удой коров в среднем по стаду на 377 кг (9,6 %), в т.ч. по полновозрастным коровам на 654 кг (15,1 %), что также связано со снижением уровня кормления.

Живая масса скота является одним из важнейших признаков породы. Она положительно коррелирует с удоем, мясной продуктивностью и затратами кормов на производимую продукцию.

По мере увеличения возраста коров в лактациях увеличивалась и их живая масса. В инструкциях и руководствах по племенному делу принято, что живая масса у коров по первой лактации должна быть не ниже 70 % от полновозрастных коров. По нашим данным у первотелок она составляет 86,6–91,3 % от массы коров III лактации и старше.

Таблица 1. Молочная продуктивность и живая масса коров по хозяйствам Республики Хакасия за 2019–2021 гг.

Хозяйство	Год	Голов	В среднем по стаду					1 лактация					3 лактация и старше				
			удой, кг	жир, %	белок, %	живая масса, кг	коэф. молочности	удой, кг	жир, %	белок, %	живая масса, кг	коэф. молочности	удой, кг	жир, %	белок, %	живая масса, кг	коэф. молочности
ООО «Алтай»	2019	244	5038	4,04	3,51	559	901	4549	4,04	3,48	518	878	5570	4,04	3,52	598	931
	2020	310	5039	4,06	3,52	561	898	4608	4,00	3,45	527	874	5518	4,12	3,56	594	929
	2021	338	4963	4,05	3,50	589	843	4292	4,02	3,48	558	769	5414	4,07	3,51	614	882
ООО «Целинное»	2019	315	5187	4,22	3,48	574	904	4618	4,16	3,44	502	920	5311	4,23	3,51	587	905
	2020	453	5537	4,10	3,28	545	1016	5150	4,07	3,24	511	1008	6028	4,12	3,32	590	1022
	2021	580	5088	4,14	3,27	546	932	4821	4,14	3,28	532	906	6101	4,11	3,24	600	1017
СПК «Копьевский»	2019	1073	3199	3,92	3,20	566	565	3527	3,92	3,21	517	682	3038	3,91	3,19	595	511
	2020	807	2733	3,93	3,20	587	466	4018	3,95	3,21	531	757	2452	3,93	3,19	603	407
	2021	921	2717	3,96	3,22	577	471	3872	3,97	3,24	523	740	2285	3,95	3,22	599	381
ОПХ «Черногорское»	2019	308	3519	3,98	3,34	483	729	2996	4,00	3,36	426	703	3791	3,97	3,33	512	740
	2020	335	3936	3,93	3,37	488	807	3194	3,95	3,40	446	716	4341	3,90	3,36	512	848
	2021	299	3559	4,00	3,43	585	608	3242	4,02	3,46	548	592	3687	3,98	3,41	599	616
ООО «Андреевское»	2021	287	5130	4,05	3,08	531	966	4713	4,05	3,06	527	894	6091	4,03	3,09	524	1162

При изучении живой массы коров было выявлено, что самыми крупными являются коровы симментальской породы в ООО «Алтай» (589 кг), за последние три года их живая масса в среднем по стаду увеличилась на 30 кг или 5,4 %.

В ООО «Целинное» в среднем по хозяйству у коров красно-пестрой породы отмечается небольшое снижение живой массы из-за большого ввода первотелок в стадо, по первотелкам живая масса увеличилась на 30 кг (6,0 %), у полновозрастных коров увеличение этого показателя на 13 кг (2,2 %).

Коэффициент молочности у коров молочного типа должен быть более 800 кг на 100 кг живой массы коровы, мясо-молочного — менее 550 кг. В среднем по республике коэффициент молочности коров составил 789 (+20 в сравнении с 2019 годом), в т. ч. по симментальским 763 (+119), красно-пестрым 932 (+41).

Достаточно высокие коэффициенты молочности у симментальских коров в ООО «Андреевское» (966 кг) и ООО «Алтай» (843–901 кг). Наибольший коэффициент молочности имели красно-пестрые коровы ООО «Целинное» в 2020 году — в среднем по стаду этот показатель составил 1016 кг, однако в 2021 году он снизился до 932 кг в связи со снижением молочной продуктивности коров. Коровы в СПК «Копьевский» отличаются низким коэффициентом молочности для данной породы (466–565 кг), что связано с недостаточным и несбалансированным кормлением коров и как следствие их низкой продуктивностью.

Таким образом, коровы одних и тех же пород в разных хозяйствах значительно различаются по продуктивным качествам, что связано с условиями содержания и недостаточным уровнем кормления. Увеличение производства молока в Республике Хакасия может быть достигнуто при наличии прочной кормовой базы, рассчитанной на полное удовлетворение потребностей животных в питательных веществах и энергии с учетом их физиологического состояния и уровня продуктивности, заложенного генетическим потенциалом.

Литература

1. Отчёт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Хакасия за 2021 год. — URL: http://www.mcxpx.ru/?p=press. (дата обращения 19.10.2022).

2. Никитина М.М. Перспективный план селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве Республики Хакасия на 2021–2030 годы: монография / М.М. Никитина, С.В. Шадрин, О.В. Ломакина. — Абакан: ООО «Книжное издательство «Бригантина». — 2021. — С. 17–32. — ISBN 978-5-6045934-5-5.

3. Никитина М.М. Полноценное и сбалансированное кормление симментальских коров в степной зоне Средней Сибири / М.М. Никитина, Н.А. Градобоева. — Абакан: Изд-во ФГБНУ «НИИАП Хакасии». — 2020. — 96 с.

4. Никитина М.М. Предложения по улучшению полноценности кормления молочного скота с целью повышения производства молока в Республике Хакасия / М.М. Никитина, А.А. Шулбаева, В.Ф. Кадоркина [и др.]. // Вестник КрасГАУ. — 2022. — №5. — С. 106–114. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-106-114.

5. Ларина О.В. Породы крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, разводимые в Воронежской области / О.В. Ларина, С.В. Алифанова // Эффективное животноводство. — 2022. — №5 (180). — С. 50–51.

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
В НАУЧНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

КОЛЛЕКТИВНАЯ МОНОГРАФИЯ

Под общей редакцией
Щукина Ивана Михайловича, канд. биол. наук

Подписано в печать 30.10.2023 г. Формат 60×84 1/8.
Усл. печ. л. 34,5. Тираж 500 экз. Заказ 191023.

Отпечатано в типографии ИП Копыльцова П.И.
394052, г. Воронеж, ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.