

На правах рукописи

МИМОНОВ
РОМАН ВИТАЛЬЕВИЧ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

06.01.04 – агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

БРЯНСК – 2021

Работа выполнена на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ в 2017-2019 гг.

**Научный
руководитель**

БЕЛОУС Николай Максимович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный
университет»

**Официальные
оппоненты**

СТУПАКОВ Алексей Григорьевич

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры земледелия, агрохимии,
землеустройства, экологии и ландшафтной
архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

РОМАНОВА Ираида Николаевна

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры агрономии, землеустройства и
экологии ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА

**Ведущая
организация**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина»

Защита состоится «25» июня 2021 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д. 220.005.01 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4. E-mail: uchsovet@bgsha.com Тел. факс: +7 (48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>.

Автореферат разослан «__» мая 2021 г. и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Просим принять участие в работе совета или прислать свой отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дьяченко
Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Одним из главных условий продовольственной безопасности России является производство достаточного количества зерна озимой пшеницы высокого качества, которое обеспечивает население хлебом и хлебобулочными изделиями (Романенко, 2010; Сандухадзе и др., 2011; Мельник, 2011; Алтухов, 2016; Силаева и др., 2019).

Качество зерна озимой пшеницы – важная составляющая его потребительской стоимости, конкурентоспособности и агроэкологической производительности территории. От качества зерна зависит величина прибыли сельскохозяйственных предприятий, так как нестандартная продукция реализуется по более низким ценам (Бакаева, Салтыкова, 2007; Сандухадзе и др., 2011; Айсанов и др., 2015).

Производство высококачественного зерна пшеницы зависит от многих условий, таких как сорт, почвенно-климатические условия, технология возделывания, система удобрения, способ уборки (Сандухадзе и др., 2011; Глуховцев и др., 2015; Зезин и др., 2018).

В условиях юго-запада Брянской области, где в почвенном покрове преобладают низкоплодородные дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава, а территория подверглась радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, разработка и внедрение адаптивных систем удобрения, с преобладанием калийного компонента актуальна.

Степень её разработанности. В настоящее время в нашей стране накоплен определенный опыт применения систем удобрения под сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых почвах в условиях радиоактивного загрязнения, позволяющих увеличить урожайность культур и снизить накопление техногенных загрязнителей в растениеводческой продукции. При этом теоретическое обоснование тех или иных систем удобрения, практическое их совершенствование и разработка требуют дальнейшего изучения в условиях изменения агроклиматических и радиоэкологических условий конкретного региона.

В научной литературе не в полной степени изучена роль систем удобрения в изменении качественных характеристик зерна озимой пшеницы. В настоящее время необходимо изучить действие систем удобрения для конкретных природно-климатических условий зоны радиоактивного загрязнения, способных обеспечить адаптацию пашни для ведения растениеводства.

В поставарийный период остается проблема оптимизации систем удобрения на пашни в условиях дерново-подзолистых почв с низким содержанием обменного калия. Для решения этой проблемы необходимо научное обоснование действия возрастающих доз калийного удобрения входящих в систему удобрения на повышение урожайности и качества зерна.

Цель исследования – установить эффективность систем удобрения при производстве зерна озимой пшеницы сорта Московская 39 в условиях низкого естественного плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв и радиоактивного загрязнения территории.

Задачи исследования:

- установить изменения агроклиматических показателей территории исследования в период проведения полевого опыта;
- определить действие систем удобрений и агроклиматических условий на изменение урожайности зерна озимой пшеницы и эффективность минерального удобрения в увеличении прибавки урожая;

- выявить роль калийного удобрения в увеличении урожайности зерна озимой пшеницы;
- установить действие систем удобрения и агроклиматических условий на изменение биохимических, технологических и токсикологических показателей качества зерна озимой пшеницы;
- выявить роль калийного удобрения в изменении биохимических, технологических и токсикологических показателей качества зерна озимой пшеницы;
- оценить баланс элементов питания при возделывании озимой пшеницы в зависимости от систем удобрения;
- определить экономическую эффективность систем удобрения при возделывании озимой пшеницы.

Научная новизна. Впервые в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых супесчаных почв при радиоактивном загрязнении территории установлены действия систем удобрения на изменение урожайности и качества зерна озимой пшеницы сорта Московская 39, определена роль калийного удобрения в этих изменениях, оценено изменение баланса элементов питания при возделывании озимой пшеницы, определена экономическая эффективность систем удобрения. На основе результатов исследования, даны рекомендации по использованию систем удобрения в условиях низкоплодородных почв, позволяющие эффективно использовать удобрения, стабильно получать урожай высококачественного зерна озимой пшеницы.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты нашего исследования позволяют установить критерии эффективности систем удобрения при их использовании на пахотных дерново-подзолистых почвах, с низким содержанием обменного калия, при возделывании озимой пшеницы для получения наибольшей урожайности и качества зерна. Установлена роль калийного удобрения в изменении урожайности и качества зерна озимой пшеницы, что в дальнейшем позволит оптимизировать применение минерального удобрения. Наши исследования являются основой для внедрения рекомендаций по применению систем удобрения на радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почвах при возделывании озимой пшеницы.

Методология и методы исследования. Исследования проводили в условиях полевого опыта, который развернут в четырехпольном севообороте (люпин на зеленый корм → озимая пшеница → ячмень → овес). Повторность опыта трехкратная. Расположение делянок систематическое. Программа исследования базировалась на теоретических и экспериментальных материалах отечественных и зарубежных ученых по изучению систем удобрения при возделывании озимой пшеницы. Агротехника возделывания и система защиты растения общепринятая для Нечерноземной зоны РФ. Полевые, лабораторные, аналитические исследования проводили с использованием общепринятых методов, статистическую обработку данных полученных в результате исследования дисперсионным и корреляционным анализами. Экономическую эффективность рассчитывали на основе типовой технологической карты.

Положения, выносимые на защиту.

1. Изменчивость обеспеченности агроклиматическими ресурсами территории.
2. Действие систем удобрения в изменении урожайности и качества зерна озимой пшеницы на низкоплодородных почвах.
3. Значение калийного удобрения в изменении урожайности и качества зерна озимой пшеницы.

4. Изменение баланса элементов питания в зависимости от систем удобрения при возделывании озимой пшеницы.

5. Эффективность систем удобрения при использовании на низкоплодородных почвах.

Степень достоверности и апробация результатов. Работа по изучению эффективности применения минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы в отдаленный период после аварии на ЧАЭС проводили согласно утвержденной на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ программе исследования. В период с 2017 по 2019 год при использовании современных методов и методик при достаточном количестве наблюдений были получены экспериментальные данные. Интерпретация и анализ полученных данных происходил с использованием статистической обработки информации, основу которой составляли дисперсионный и корреляционный анализ. В результате проведенного исследования и полученной научной информации были сделаны выводы, заключения и рекомендации, представленные в диссертационной работе, отображенные в рисунках и табличном материале.

Основные результаты исследований доложены и получили одобрения на XV, XVI, XVII Международных научных конференциях «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (г. Брянск, 2018, 2019, 2020 г.), на IX Международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (г. Горки, 2017 г.), на научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 70-летию Нарымского стационара по изучению систем применения удобрений на дерново-подзолистой почве «Научные стационары: реалии, научная проблематика и инновации» (г. Томск, 2017 г.), на Международной научно-практической конференции «Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения» (г. Нижний Новгород, 2017 г.).

Основные положения диссертационной работы нашли своё отражение в 12 научных изданиях, сборниках и материалах докладов представленных на российских и международных конференциях, в том числе в 3-х статьях опубликованных в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 165 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения. Содержит 23 таблицы, 42 рисунка и 48 приложений. Список литературы включает 158 наименований, в том числе 13 иностранных источника.

Личный вклад автора. Соискатель непосредственно участвовал в постановке цели и задач исследования, проводил лабораторные и полевые исследования, выполнил статистическую обработку экспериментальных данных, подготовил и опубликовал статьи в научных изданиях и в логической последовательности изложил результаты исследования в диссертационной работе. Общий личный вклад в объеме диссертационной работы составляет 90%.

Автор выражает благодарность научному руководителю д. с.-х. н. Белоусу Н.М. за постоянную помощь в работе, ценные советы и замечания, д. с.-х. н. Шаповалову В.Ф. за помощь в проведении эксперимента, а также коллективу центра коллективного пользования научным оборудованием при Брянской ГАУ за оперативную помощь в исследованиях и лично Кротову Д.Г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГЛАВА 1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Брянская область расположена в западной части Восточно-Европейской равнины. Центральная и юго-западная часть заняты Приднепровской и Полесской низменностями. Восточные районы области расположены на западных склонах Среднерусской возвышенности, а северо-западные – на южных отрогах Смоленско-Московской гряды (Природное районирование..., 1975).

Климат области умеренно теплый и влажный. Идущие на восток с Атлантического океана воздушные массы приносят летом пасмурную и дождливую погоду, а зимой значительные потепления (Почвы Брянской области..., 1958).

Среднемесячные агроклиматические показатели в среднем за период исследований с 2017 по 2019 года различалась по месяцам в сравнении с климатической нормой территории (рис. 1).

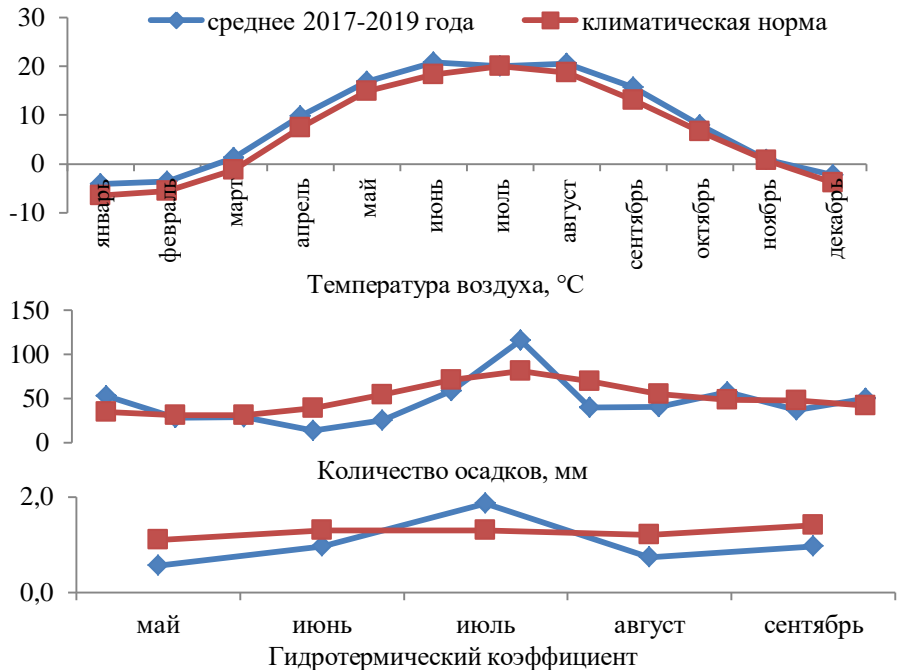


Рисунок 1 – Изменение ежемесячных агроклиматических показателей в среднем по годам исследования и климатическая норма

Из рисунка 1 следует, что среднемесячная температура воздуха в среднем за период с 2017 по 2019 год по всем месяцам в сравнении с климатической нормой была выше, это говорит о тенденции к увеличению теплового режима территории проведения эксперимента. Ежемесячное количество выпавших осадков в сравнении с климатической нормой различалась, в весенние и летние месяцы была меньше, за исключением июля, а в зимние и осенние месяцы была на од-

ном уровне с незначительным колебанием. Что говорит о возможном недостатке влаги в период вегетации, в период наиболее интенсивного роста. ГТК вегетационного периода в сравнении с климатической нормой различался, в мае, июне, августе и сентябре был меньше, а в июле больше. Что говорит об изменении гидротермических условий в сторону повышением температуры воздуха и снижением количества выпавших осадков за период вегетации.

Агроклиматические условия юго-запада Брянской области создают благоприятные условия для формирования стабильно высоких урожаев зерна озимой пшеницы.

Анализ данных по изменению средневзвешенной плотности загрязнения ^{137}Cs пашни по группам в период с 1986 по 2018 году выявил, что на пашни Брянской области с момента после выпадения «чернобыльских осадков» до настоящего времени средневзвешенная плотность загрязнения ^{137}Cs снизилась до 2,3 раз, а на пашни юго-запада – 2,5 раза. В целом радиоэкологическая обстановка в настоящее время стабилизируется, происходит уменьшение плотности загрязнения ^{137}Cs почв пашни по области и в наиболее загрязненных районах, в основном в результате естественного распада, а также в результате вертикальной и горизонтальной миграции.

Почвенный покров Брянской области характеризуется большим разнообразием и пестротой. В результате обобщения материалов нами было установлено, что основными типами почв в Брянской области являются подзолистые, подтип дерново-подзолистые, и серые лесные, площадь пашни этих почв составляет 1295,4 тыс. га из которых на долю дерново-подзолистых приходится около 60 % или 765 тыс. га.

Анализируя распределение дерново-подзолистой почвы по гранулометрическому составу на территории Брянской области установили, что наибольшие площади пашни 469,1 тыс. га занимают легкосуглинистые почвы, супесчаные – 238 тыс. га.

Исследования по изучению эффективности применения минерального удобрения при возделывании озимой пшеницы в отдаленный период после аварии на ЧАЭС проводили в период с 2017 по 2019 год в подзоне дерново-подзолистых почв южной тайга, белорусской провинции дерново-подзолистых слабогумусированных почв и низинных болот, в стационарном полевом опыте Новозыбковского филиала Брянского ГАУ.

Почва опытного поля – дерново-среднеподзолистая супесчаная образовавшаяся на водноледниковых отложениях, подстилаемых мореной. Плотность загрязнения ^{137}Cs территорий колебалась от 216 до 248 кБк/м².

Морфологическое строение, гранулометрический состав и агрохимические свойства (pH_{KCl} , 5,6, гумус – 2,3%, P_2O_5 – 125 мг/кг и K_2O – 84 мг/кг) исследуемой почвы типичны для региона исследований.

Опыт развернут в четырехпольном севообороте со следующим чередованием культур: люпин на зеленый корм → озимая пшеница → ячмень → овес. Возделывали озимую пшеницу сорта Московская 39.

Повторность опыта трехкратная. Посевная площадь делянки – 60 м², учетная – 50 м². Расположение делянок систематическое.

Агротехника возделывания озимой пшеницы общепринятая для Нечерноземной зоны РФ. Защита растения была фоном по всем вариантам, и включала в себя применение гербицида Балерина 0,3 л/га, фунгицида Амистар экстра 0,5 л/га и инсектицида Каратэ зеон 90 мл/га.

Эксперимент включал следующие варианты применения минерального удобрения и биологического препарата Гумистим:

Без применения удобрения	Органическая система удобрения	Минеральная система удобрения	Органо-минеральная система удобрения
1. Контроль	2. Гумистим	3. N120P90 4. N120P90K90 5. N120P90K120 6. N120P90K150	7. N120P90 + Гумистим 8. N120P90K90 + Гумистим 9. N120P90K120 + Гумистим 10. N120P90K150 + Гумистим

Гумистим является жидким экологически чистым органическим удобрением, произведенным из биогумуса. Содержит в себе все компоненты биогумуса в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде доступных соединений. Фунгицидные свойства препарата обусловлены присутствием природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых я в процессе вермикультивирования.

Биопрепарат использовали при некорневой подкормке посевов путем опрыскивания вегетирующих растений 6 л/га в фазу кушения озимой пшеницы.

В опыте применяли следующие минеральные удобрения: аммиачную селитру (34,6 %), суперфосфат двойной гранулированный (48 %), калий хлористый (56 %).

При возделывании озимой пшеницы распределяли минеральные удобрения следующим образом:

Норма минерального удобрения	сроки и дозы внесения минерального удобрения		
	до посева, осень	весеннее возобновление вегетации	выход в трубку
N120P90	→ N30P90	→ N60	→ N30
N120P90K90	→ N30P90K30	→ N60K60	→ N30
N120P90K120	→ N30P90K30	→ N60K60	→ N30K30
N120P90K150	→ N30P90K30	→ N60K90	→ N30K30

Уборку и учет урожайности зерна проводили поделаячно, методом сплошного комбайнирования «Сампо-500». Урожайность зерна приведена к стандартной влажности. Лабораторно-аналитические исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Практикум..., 2001) в центре коллективного пользования на научном оборудовании Брянского ГАУ: отбор проб – по ГОСТ 13586.3, определение массовой доли белка – по ГОСТ 10846, определение натуры – по ГОСТ 10840, определение стекловидности – по ГОСТ 10987, определение количества и качества клейковины в пшенице – по ГОСТ 13586.1, определение числа падения – по ГОСТ 27676, подготовка проб и минерализация для определения содержания токсичных элементов – по ГОСТ 26929, ГОСТ 31671, отбор проб для определения радионуклидов – по ГОСТ 32164, определение радионуклидов – по ГОСТ 32161.

Удельную активность ^{137}Cs в исследуемых растительных образцах определяли на универсальном спектрометрическом комплексе Гамма Плюс (НПП «Доза», Россия), установленная ошибка измерений не более 10 %.

Полученные экспериментальные данные по изменению количественных и качественных характеристик продукции возделывания озимой пшеницы сорта Московская 39 анализировали по средствам корреляционного и дисперсион-

ного анализа с использованием программного обеспечения Excel 7.0 и Straz.

Экономическую эффективность рассчитывали на основе типовой технологической карты с использованием методических указаний Института почвоведения и агрохимии г. Минск (2010).

ГЛАВА 2 УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ. Агроклиматические условия территории и естественное плодородие дерново-подзолистой почвы обеспечивают получения в среднем 2,34 т/га зерна озимой пшеницы (табл. 1).

При применении 6 л/га биопрепарата Гумистим в фазу кущения озимой пшеницы наблюдали тенденцию к повышению урожайности.

Таблица 1 – Урожайность зерна озимой пшеницы и эффективность минерального удобрения (среднее за годы исследований)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Окупаемость, кг/кг д.в.
Контроль	2,34	–	–
Гумистим	2,82	0,48	–
N120P90	3,31	0,97	4,62
N120P90K90	3,73	1,39	4,63
N120P90K120	3,96	1,62	4,91
N120P90K150	4,35	2,01	5,58
N120P90 + Гумистим	3,85	1,51	7,19
N120P90K90 + Гумистим	4,21	1,87	6,23
N120P90K120 + Гумистим	4,76	2,42	7,33
N120P90K150 + Гумистим	5,14	2,80	7,78
<i>HCP₀₅</i>	0,63	–	–

При применении азотно-фосфорного удобрения достоверно увеличивало урожайность зерна озимой пшеницы в 1,41 раза в сравнении с контролем. Возрастающие до 150 кг д. в. дозы калийного по фону азотно-фосфорного удобрения достоверно увеличивало урожайность до 1,86 раз в сравнении с контролем, до 1,54 раз с вариантом применением биопрепарата и до 1,31 раз с вариантом применения азотно-фосфорного удобрения. Установили, что на дерново-подзолистых почвах с низким содержанием доступного калия применение высоких доз калийного удобрения оправдано, эффективность минеральной системы удобрения росла до 5,58 кг зерна на 1 кг применения удобрения.

При совместном применении препарата Гумистим и минеральной системы удобрения наблюдали синергизм минерального и органического компонента системы в повышении урожайности и эффективности систем удобрения. Наблюдали достоверное повышение урожайности зерна на 0,79 т/га при сравнении минеральной системы и органоминеральной системе удобрения с одинаковыми дозами туков N120P90K150, окупаемость минерального удобрения при этом возрастала на 2,2 кг. Наиболее сильно синергизм проявился при высоких дозах 150 калийного удобрения.

Для установления роли калийного удобрения и биопрепарата Гумистим в повышении урожайности зерна озимой пшеницы на почве с низким его содержанием провели корреляционный анализ (рис. 3).

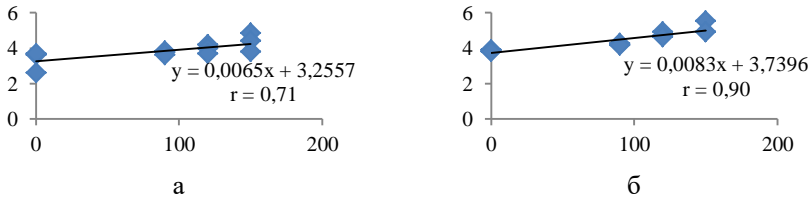


Рисунок 3 – Зависимость урожайности зерна озимой пшеницы от возрастающих доз калийного удобрения по фону азотно-фосфорного удобрения: а – без применения биопрепарата, б – с применением биопрепарата

Анализ выявил, что в условиях низкого содержания обменного калия в почве, возрастающие дозы калийного удобрения от 0 до 150 кг д.в. по фону азотно-фосфорного удобрения N120P90 сильно влияют ($r = 0,71$) на увеличение урожайности, применение Гумистима усиливает эту связь ($r = 0,90$).

ГЛАВА 3 ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ. В современных условиях разработка и комплексное применение при возделывании озимой пшеницы биопрепаратов и минерального удобрения особенно актуально в аспекте изучения изменения основных показателей качества зерна.

В рамках поставленной задачи нашими исследованиями мы определяли действия Гумистима, минеральной и органоминеральной системы удобрения на изменения показателей качества зерна.

Агроклиматические условия территории и естественное плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы обеспечивают получения зерна с содержанием клетчатки, сырого жира и золы соответственно 2,70, 1,36 и 1,44 % (табл. 2). При применении Гумистима наблюдали достоверное увеличение клетчатки и тенденцию к повышению сырой золы, сырой жир находился на уровне контрольного варианта.

Таблица 2 – Биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы, %

Вариант	Клетчатка	Сырой жир	Сырая зола
Контроль	2,70	1,36	1,44
Гумистим	3,57	1,35	1,55
N120P90	4,01	1,43	1,88
N120P90K90	4,09	1,46	1,91
N120P90K120	4,34	1,47	2,04
N120P90K150	4,47	1,50	2,02
N120P90 + Гумистим	4,12	1,49	1,90
N120P90K90 + Гумистим	4,54	1,51	2,11
N120P90K120 + Гумистим	4,65	1,54	2,24
N120P90K150 + Гумистим	4,71	1,57	2,71
<i>HCP</i> ₀₅	0,39	0,09	0,32

При применении азотно-фосфорного удобрения достоверно увеличивало содержание клетчатки в зерне, наблюдали тенденцию к повышению сырого жира и золы. Возрастающие до 150 кг д. в. дозы калийного по фону азотно-фосфорного удобрения достоверно увеличивали биохимические показатели качества зерна соответственно до 1,65, 1,10 и 1,4 раза в сравнении с контролем.

Установили, что при совместном применении препарата Гумистим и минеральной системы удобрения наблюдается синергизм минерального и органического компонента системы в увеличении биохимических показателей зерна.

Наблюдала тенденцию к повышению клетчатки, сырого жира и достоверного увеличения сырой золы при сравнении минеральной системы и органоминеральной системе удобрения с одинаковыми дозами туков N120P90K150.

Условия территории исследования обеспечивают получения зерна со следующими технологическими показателями: содержание белка – 11,6 %, клейковины – 24,9 %, числа падения – 243 сек., стекловидностью – 52 %, натурой 715 г/л и массой 1000 зерен – 33,6 г (табл. 3).

При применении Гумистима наблюдали или достоверное увеличение показателя или тенденцию к его увеличению.

Таблица 3 – Технологические показатели качества зерна озимой пшеницы

Вариант	Белок, %	Клейковина, %	Число падения, сек.	Стекловидность, %	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г
Контроль	11,6	24,9	243	52	715	33,6
Гумистим	12,2	25,3	250	54	724	35,1
N120P90	12,3	26,7	272	55	740	39,6
N120P90K90	12,4	27,3	272	55	750	40,0
N120P90K120	12,5	27,4	269	57	759	40,4
N120P90K150	12,5	27,8	269	57	768	40,6
N120P90 + Гумистим	12,9	27,2	277	55	755	39,8
N120P90K90 + Гумистим	13,1	27,7	276	57	764	41,1
N120P90K120 + Гумистим	13,2	27,9	276	59	764	41,6
N120P90K150 + Гумистим	13,5	28,4	277	60	767	41,8
<i>HCP₀₅</i>	0,5	1,9	4,0	5,2	11,5	1,6

При применении азотно-фосфорного удобрения изменяло технологические показатели качества зерна в сравнении с контролем: достоверно увеличивали содержание белка на 0,7 %, число падения на 29 сек., натуру на 25 г/л, массу 1000 зерен на 6 г и наблюдали тенденцию к увеличению клейковины и стекловидности.

Возрастающие до 150 кг д. в. дозы калийного по фону азотно-фосфорного удобрения достоверно увеличивали технологические показатели качества зерна: содержание белка до 12,5 %, клейковины до 27,8 %, стекловидности до 57 %, натуре до 768 г/л, массы 1000 зерен до 40,6 г и снизили число падения до 269 сек. в сравнении азотно-фосфорным удобрением.

Установили, что при совместном применении препарата Гумистим и минеральной системы удобрения наблюдается синергизм минерального и органического компонента системы в увеличении технологических показателей зерна.

Согласно ГОСТу 9353-2016, в зависимости от систем удобрения изме-

нялся класс зерна озимой пшеницы. Применение биологического препарата Гумистим совместно с минеральным удобрением в дозе N120P90K150 за годы исследования вело к получению зерна озимой пшеницы 2 класса.

Для устойчивого роста производства зерна необходимо увеличение применения азотного удобрения, которое может привести к негативным последствиям, повышению содержанию нитратов в продукции растениеводства.

Почвенно-климатические условия территории исследования обеспечивают получения зерна с содержанием нитратов 37 мг/кг, что ниже допустимого уровня (ПДК 300мг/кг). При применении Гумистима наблюдали тенденцию к увеличению этого показателя. Внесение азотно-фосфорного удобрения достоверно увеличивало содержание нитратов в зерне до 55 мг/кг, при применении возрастающих до 150 кг д. в. доз калийного по фону азотно-фосфорного удобрения наблюдали тенденцию к снижению показателя. Установили, что при совместном применении препарата Гумистим и минеральной системы удобрения наблюдается синергизм минерального и органического компонента системы в снижении показателя (табл. 4).

Таблица 4 – Токсикологические показатели качества зерна озимой пшеницы

Вариант	Нитраты, мг/кг	Удельная активность ¹³⁷ Cs, Бк/кг
Контроль	37	15,40
Гумистим	45	10,77
N120P90	55	11,38
N120P90K90	52	10,00
N120P90K120	50	7,89
N120P90K150	49	6,64
N120P90 + Гумистим	51	9,08
N120P90K90 + Гумистим	49	7,26
N120P90K120 + Гумистим	47	5,54
N120P90K150 + Гумистим	44	4,15
<i>HCP₀₅</i>	9	1,02

Агроклиматические и радиационные условия территории и естественное плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы обеспечивают получения зерна с удельной активностью ¹³⁷Cs равной 15,40 Бк/кг, при нормативе не более 60 Бк/кг. Применение Гумистима достоверно снижало этот показатель. При внесении азотно-фосфорного удобрения наблюдали тенденцию к повышению удельной активности ¹³⁷Cs зерна в сравнении с вариантом применения Гумистима и достоверное снижение в сравнении с контролем, применение возрастающих до 150 кг д. в. доз калийного по фону азотно-фосфорного удобрения достоверно снижало этот показатель по вариантам применения полного минерального удобрения. Установили, что при совместном применении препарата Гумистим и минеральной системы удобрения наблюдается синергизм минерального и органического компонента системы в снижении показателя.

Для установления роли калийного удобрения и биопрепарата Гумистим в изменении показателей качества зерна озимой пшеницы при возделывании на почве с низким его содержанием провели корреляционный анализ (табл. 5).

Таблица 5 – Зависимость изменения показателя качества от возрастающих доз калийного удобрения от К0 до К150 по фону азотно-фосфорного удобрения N120P90

Показатель	Коэффициент корреляции	
	без биопрепарата	с биопрепаратом
Клетчатка	0,74	0,85
Сырой жир	0,61	0,49
Сырая зола	0,59	0,70
Белок	0,23	0,76
Клейковины	0,44	0,66
Число падения	-0,40	-0,03
Стекловидность	0,34	0,51
Натура	0,88	0,81
Масса 1000 зерен	0,33	0,96
Нитраты	-0,46	-0,47
Удельная активность ¹³⁷ Cs	-0,91	-0,95

Анализ выявил, что в условиях низкого содержания обменного калия в почве, возрастающие дозы калийного удобрения от 0 до 150 кг д.в. по фону азотно-фосфорного удобрения N120P90 по разному действуют на изменение показателей качества. Сильную связь ($r = -0,91$) обнаружили на снижение удельной активности и увеличение клетчатки ($r = 0,74$) и натуры ($r = 0,88$), Гумистим усиливал действие калийного удобрения только в изменении клетчатки.

Среднюю роль калия обнаружили в изменении следующих показателей, которые расположились в ранжированный ряд по снижению роли в увеличении сырого жира, золы, клейковины, стекловидности, массы 1000 зерен и снижении нитратов и числа падения, Гумистим усиливал действие минерального удобрения за исключением изменения сырого жира и числа падения. Слабую роль калия обнаружили в изменении содержания белка ($r = 0,23$), Гумистим делал роль калия сильной ($r = 0,76$).

ГЛАВА 4 БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ. Основной характеристикой плодородия почвы это способность обеспечить доступными питательными элементами сельскохозяйственные растения. Поэтому очевидный интерес представляет трансформация количества элементов питания в почве при разных системах удобрения, выражением этого является баланс элементов питания в почве при разных системах удобрения сельскохозяйственных культур. Баланс питательных элементов – это выражение их качественного и количественного содержания с учетом статей поступления и расхода в течение определенного промежутка времени.

Повышение урожайности зерна озимой пшеницы и содержания азота в биомассе оказало существенное влияние на увеличение выноса элемента урожаем. Общий вынос азота в контроле составил 65,99 кг N/га, тогда как применение биологического препарата Гумистим увеличивало вынос до 79,52 кг N/га, а систем удобрения до 122,67 кг/га, совместное применение минерального удобрения и биологического препарата увеличивало это значение до 144,95 кг/га. Максимальные величины дополнительного выноса

азота при применении биопрепарата, минерального удобрения, биопрепарата и минерального удобрения соответственно составили 13,53, 56,68, 78,96 кг/га или 121, 186, 220 % от контрольного варианта (табл. 6).

Баланс азота во всех вариантах, кроме минеральной системы удобрения с дозами от N120P90 и до N120P90K120 и органоминеральной системы удобрения с дозами от N120P90 и до N120P90K90 совместно с биопрепаратом Гумистим, был отрицательным и составлял от –2,67 до –64,52 кг/га (применение только биопрепарата). Следует отметить, что на вариантах применения минерального удобрения в дозах от N120P90 и до N120P90K120, как с применением биопрепарата, так и без, наблюдали бездефицитный баланс азота, величина которого колебалась от 1,28 до 26,66 кг/га. Данный факт определен равными статьями прихода и расхода, что свидетельствовало о достаточном количестве азота для формирования высокой урожайности озимой пшеницы.

Таблица 6 – Баланс элементов питания при возделывании озимой пшеницы в зависимости от применяемых систем удобрения, кг/га

Вариант	Вынос			Поступление			Баланс		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Контроль	65,99	25,27	44,93	15	0	0	-50,99	-25,27	-44,93
Гумистим	79,52	30,46	54,14	15	0	0	-64,52	-30,46	-54,14
N120P90	108,34	35,75	63,55	135	90	0	26,66	54,25	-63,55
N120P90K90	120,19	40,28	71,62	135	90	90	14,81	49,72	18,38
N120P90K120	126,67	42,77	76,03	135	90	120	8,33	47,23	43,97
N120P90K150	137,67	46,98	83,52	135	90	150	-2,67	43,02	66,48
N120P90 + Гумистим	123,57	41,58	73,92	135	90	0	11,43	48,42	-73,92
N120P90K90 + Гумистим	133,72	45,47	80,83	135	90	90	1,28	44,53	9,17
N120P90K120 + Гумистим	144,23	51,41	91,39	135	90	120	-14,23	38,59	28,61
N120P90K150 + Гумистим	159,95	55,51	98,69	135	90	150	-24,95	34,49	51,31

Фосфор, в сравнении с азотом, имел меньший диапазон приходных статей баланса. В настоящем исследовании источником фосфора являлись минеральные удобрения в дозе P90. При этом при применении минерального удобрения, без внесения биопрепарата, баланс фосфора был бездефицитным и составлял от +43,23 до +54,25 кг/га, при совместном применении с биопрепаратом увеличивался вынос фосфора и тем самым снижался баланс, при этом он был положительным. На контрольном варианте и варианте с применением биологического препарата складывался отрицательный баланс фосфора (от –50,99 до –64,52 кг P₂O₅ / га). Из вышеизложенного следует, что вынос фосфора компенсировался внесением минеральных удобрений. Таким образом, использование минерального удобрения позволило создать положительный баланс фосфора, способствовало возврату его в почву.

Наше исследование установило, что биологического препарата и минерального удобрения на баланс калия в почве было аналогичным балансу фосфора. Основной приходной статьёй явилось восполнение калия за счет минерального удобрения. Общий вынос калия урожаем озимой пшеницы в контрольном варианте составил 44,93, в варианте с биопрепаратом – 54,14, в варианте NP – 63,55 и в варианте NPK90 – 71,62 кг/га, с увеличением техногенной нагрузки происходило увеличения выноса калия соответ-

ственно на 120, 141 и 159 %. При этом при применении полного минерального удобрения, без внесения биопрепарата, баланс калия был бездефицитным и составлял от +18,38 до +66,48 кг/га, при совместном применении с биопрепаратом увеличивался вынос калия и тем самым снижался баланс, при этом он был положительным.

ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ. Расчет экономической эффективности систем удобрения при возделывании озимой пшеницы выполняли на 100 га на основе типовой технологической карты, цена реализации завесила от класса зерна и варьировалась от 12 руб. за 1 кг зерна 4 класса до 14 руб. за 1 кг зерна 2 класса.

Анализ полученных результатов экономической оценки применяемых систем удобрения при возделывании озимой пшеницы выявил, что с повышением применения удобрения растут производственные затраты с 2689,2 тыс. руб. на контроле до 4203,2 тыс. руб. на варианте внесения N120P90K150 + Гумистим.

При этом установили, что происходит снижение себестоимости 1 кг зерна с 11,5 руб. до 8,2 руб., также рос чистый доход с 118,8 до 2992,8 тыс. руб.

Стоимость валовой продукции завесила не только от урожайности зерна и его качества, при применении систем удобрения получали зерно от 3 до 2 класса, тем самым увеличивали её валовую стоимость до 7196,0 тыс. руб.

Обнаружили, что применение Гумистима, при сравнительно низкой цене биопрепарата, даёт высокий экономический эффект, который подтверждается нашими расчетами, так производственные затраты между системами удобрения с применением биопрепарата и без него колебались в пределах от 81,6 до 92,3 тыс. руб., при этом себестоимость 1 кг зерна озимой пшеницы снижалась до 1,3 рублей.

Отметили, что себестоимость продукции при применении Гумистима находилось ниже или на одном уровне в сравнении с вариантами со всеми вариантами применения минерального удобрения, за исключением вариантов N120P90K120 + Гумистим и N120P90K150 + Гумистим.

Выявили, что основные затраты в производстве зерна озимой пшеницы в современных условиях приходятся на пестициды и удобрения, их удельный вес достигает до 62,7 %.

Рентабельность, являясь относительным показателем экономической эффективности, комплексно отражает степень эффективности использования материальных, трудовых и денежных ресурсов, а также природных условий.

Возделывание озимой пшеницы на дерново-подзолистой супесчаной почве с низким содержанием обменного калия без применения удобрения обуславливает рентабельность производства на уровне 4 % (рис. 4).

Использование биологического препарата Гумистим при производстве зерна увеличивает рентабельность до 22%.

Применение возрастающих доз калийного удобрения от K0 до K150 по фону азотно-фосфорного удобрения обуславливает рост рентабельности производства зерна озимой пшеницы, сорта Московская 39, от 17 % до 38 %.

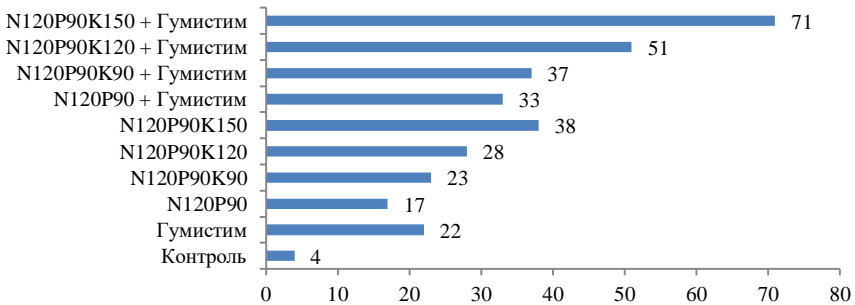


Рисунок 4 – Рентабельность возделывания озимой пшеницы сорта Московская 39, %

Совместное использование биопрепарата Гумистим и возрастающих доз калийного удобрения от K0 до K150 по фону азотно-фосфорного удобрения обуславливает рост рентабельности от 33 % до 71 %. Поэтому, на низкоплодородных почвах предлагаем применять биологический препарат Гумистим, который при низкой цене, даёт достаточно высокий результат, особенно в комплексе с минеральным удобрением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные исследования в период с 2017 по 2019 года по изучению эффективности систем удобрения на низкоплодородных дерново-подзолистых супесчаных почвах юго-запада Брянской области в условиях плотности загрязнения ^{137}Cs до 248 кБк/м² выявили следующие тенденции и закономерности:

1. Произошли изменения агроклиматических показателей по сравнению с климатической нормой и радиологических условий: а) повышение среднемесячных значений температуры воздуха; б) снижение количества выпавших осадков в вегетационный период; в) снижение гидротермического коэффициента; г) снижение средневзвешенной плотности загрязнения ^{137}Cs пашни области в 2,3, а юго-запада – 2,5 раза. Агроклиматические условия юго-запада Брянской области позволяют формировать стабильно высокую урожайность зерна озимой пшеницы.

2. Минеральная система удобрения с высокими дозами калийного удобрения до K150 достоверно увеличивала до 4,35 т/га урожайность зерна озимой пшеницы, при этом окупаемость 1 кг д.в. минерального удобрения достигает 5,58 кг зерна, добавление к минеральной системе удобрения биопрепарата Гумистим увеличивает урожайность до 5,14 т/га и окупаемость минерального удобрения до 7,78 кг/кг д.в. Установили сильную роль ($r = 0,71$) калийного удобрения по фону азотно-фосфорного удобрения N120P90 в повышении урожайности зерна, применение Гумистима усиливает эту роль ($r = 0,90$).

3. Минеральная система удобрения с высокими дозами калийного удобрения до K150 достоверно увеличивала содержание клетчатки, сырого жира и золы в зерне озимой пшеницы соответственно до 4,47, 1,50, 2,02 %,

наблюдается синергизм минерального и органического частей системы удобрения в увеличении биохимических показателей зерна.

4. Минеральная система удобрения с высокими дозами калийного удобрения до K150 достоверно увеличивала содержание белка, клейковины, числа падения, натуре и массы 1000 зерен зерна озимой пшеницы соответственно до 12,5, 27,8 %, 269 сек, 758 г/л и 40,6 г, при этом наблюдали тенденцию к повышению до 57 % стекловидности, зерно по технологическим показателем соответствует 3 классу. Добавление к минеральной системе удобрения биопрепарата Гумистим вело к дальнейшему увеличению технологических показателей качества зерна. Установили, что применение органо-минеральной системы удобрения в дозе N120P90K150 + Гумистим в среднем за годы исследования вело к получению зерна озимой пшеницы 2 класса.

5. Минеральная система удобрения достоверно увеличивала содержание нитратов в зерна в сравнении с контролем до 55 мг/кг, при применении возрастающих доз калийного удобрения до K150 наблюдали тенденцию к снижению этого показателя. При совместном применении Гумистима и минеральной системы удобрения наблюдается синергизм в снижении содержания нитратов. Зерно, полученное при использовании изучаемых систем удобрения не превышало ПДК по содержанию в нем нитратов.

6. В условиях плотности загрязнения ^{137}Cs территории до 248 кБк/м², зерно получаемое при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистой супесчаной почве соответствовало нормативу 60 Бк/кг, как без применения удобрения 15,4 Бк/кг, так и при органической 10,8, минеральной 6,6 и органо-минеральной 4,2 Бк/кг системе удобрения. Установили достоверное снижение удельной активности с возрастанием калийного удобрения в системе удобрения.

7. В условиях низкого содержания обменного калия в почве, по фону азотно-фосфорного удобрения N120P90, возрастающие дозы калийного удобрения от 0 до 150 кг д.в. по разному изменяли показатели качества зерна: а) сильную роль ($r = -0,91$) обнаружили при снижении удельной активности и увеличение клетчатки ($r = 0,74$) и натуре ($r = 0,88$), Гумистим усиливал действие калийного удобрения только в изменении клетчатки; б) среднюю роль калия обнаружили в увеличении сырого жира, золы, клейковины, стекловидности, массы 1000 зерен и снижении нитратов и числа падения, Гумистим усиливал действие минерального удобрения за исключением изменения сырого жира и числа падения; в) слабую роль калия обнаружили в изменении содержание белка ($r = 0,23$), Гумистим делал роль калия сильной ($r = 0,76$).

8. В целом уровень поступления элементов питания в почву без внесения минерального удобрения и с применением биологического препарата был недостаточным. При применении полного минерального удобрения отдельно и с биопрепаратом баланс был положительным. Применение минеральных удобрений в дозах от N120P90K90 до N120P90K120, и совместного применения минерального удобрения в дозе N120P90K90 и биопрепарата Гумистим обеспечивает бездефицитный баланс основных элементов питания в технологии возделывания озимой пшеницы сорта Московская 39.

9. Установили, что при производстве зерна озимой пшеницы на дерново-подзолистых супесчаных почвах основные затраты приходятся на пестициды и удобрения, их удельный вес варьировал от 47,1 до 62,7 %. Анализ экономи-

ческой эффективности систем удобрения выявил, что с повышением норм удобрения растут производственные затраты с 2689,2 тыс. руб. на контроле до 4203,2 тыс. руб. на варианте максимального внесения, при этом происходит снижение себестоимости 1 кг зерна с 11,5 руб. до 8,2 руб., а чистый доход растет с 118,8 до 2992,8 тыс. руб. Обнаружили высокий экономический эффект от применения Гумистима, при его использовании себестоимость 1 кг зерна снижалась до 1,3 рубля в зависимости от систем удобрения. Рекомендуем применять органоминеральную систему удобрения N120P90K150 + Гумистим, которая обеспечивает рентабельность производства 71 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На низкоплодородных дерново-подзолистых супесчаных почвах юго-запада Брянской области в условиях плотности загрязнения ^{137}Cs до 248 кБк/м² для получения наибольшей урожайности 5,14 т/га экологически чистого зерна озимой пшеницы сорта Московская 39 второго класса необходимо применять органо-минеральную систему удобрения N120P90K150 + Гумистим.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем необходимо исследовать эффективность применения биопрепаратов синтетической природы и их действия на различных фонах минерального, органического удобрения и известковых материалах на урожайность и качества других зерновых культур, а также изучить их влияния на воспроизводство плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Мимонов, Р.В.** Роль калийного удобрения и биопрепарата в повышении урожайности зерна озимой пшеницы / Р.В. Мимонов, Е.В. Смольский, Г.П. Малявко // *Аграрная наука*. – 2021. – №1. – С. 140–143.
2. **Мимонов, Р.В.** Влияние удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы / Р.В. Мимонов, В.Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский, М.М. Нечаев, В.В. Дьяченко // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2020. – № 8. – С. 6–12.
3. Справцева, Е.В. Оценка эффективности удобрений и биопрепарата Гумистим при возделывании озимой пшеницы на радиоактивно загрязненной почве / Е.В. Справцева, **Р.В. Мимонов**, Н.М. Белоус, В.П. Косьянчук, В.Ф. Шаповалов // *Агрохимический вестник*. – 2019. – № 2. – С. 42–47.

В других изданиях:

4. **Мимонов, Р.В.** Баланс элементов питания при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистой супесчаной почве в зависимости от системы удобрения / Р.В. Мимонов, Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, М.В. Антонова, А.В. Пургина // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2021. – № 1. – С. 3–10.
5. **Мимонов, Р.В.** Влияние биопрепарата Гумистим и систем удобрения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения почвы / **Р.В. Мимонов**, Е.В. Справцева, В.Ф. Шаповалов //

В сборнике: Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XVII Международной научной конференции. – 2020. – С. 84–89.

6. Шаповалов, В.Ф. Содержание нитратов в зерне в зависимости от систем удобрения при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистых почвах / В.Ф. Шаповалов, **Р.В. Мимонов**, В.Ю. Симонов, Т.В. Штабеева // В сборнике: Инновации и технологический прорыв в АПК. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2020. С. 323–326

7. **Мимонов, Р.В.** Влияние средств химизации на показатели качества зерна озимой пшеницы при радиоактивном загрязнении почвы / **Р.В. Мимонов**, Е.В. Справцева, А.Л. Силаев // В сборнике: Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XVI Международной научной конференции. – 2019. – С. 151–157.

8. Справцева, Е.В. Эффективность применения средств химизации при возделывании озимой пшеницы на радиоактивно загрязненной почве / Е.В. Справцева, **Р.В. Мимонов**, В.Ф. Шаповалов // В сборнике: Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XV Международной научной конференции. – 2018. – С. 71–76.

9. Справцева, Е.В. Агрэкологическая оценка применения средств химизации при возделывании озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения почвы / Е.В. Справцева, **Р.В. Мимонов**, В.Ф. Шаповалов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №4 (68). – С. 10–13.

10. **Мимонов, Р.В.** Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения средств химизации / **Р.В. Мимонов** // В сборнике: Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. Сборник статей по материалам IX Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 123–127.

11. Справцева, Е.В. Влияние удобрений и биопрепарата Гумистим на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при радиоактивном загрязнении почвы / Е.В. Справцева, Р.В. Мимонов, И.Л. Шушиков // В сборнике: Научные стационары: реалии, научная проблематика и инновации. Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 70-летию Нарымского стационара по изучению систем применения удобрений на дерново-подзолистой почве. – 2017. – С. 182–191.

12. Справцева, Е.В. Сочетание биопрепарата Гумистим и систем удобрения при возделывании озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения почв / Е.В. Справцева, **Р.В. Мимонов** // В сборнике: Агрэхимикаты в XXI веке: теория и практика применения. Материалы международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 276–280.

Подписано к печати 2021 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 1,00. Тираж 100 экз. Изд. №

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ