

Ермилов Артем Владимирович

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА
ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ДОНА**

4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Донской государственный аграрный университет" на кафедре агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова

Научный руководитель: **Каменев Роман Александрович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Мязин Николай Георгиевич**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», профессор

Виноградов Дмитрий Валериевич
доктор биологических наук, профессор, кафедра агрономии и защиты растений ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», заведующий

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Пензенский государственный аграрный университет

Защита диссертации состоится 27 февраля 2025 г. в 12⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.035.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова" по адресу: 410012, г. Саратов, проспект им. П. Столыпина, зд. 4, стр. 3.

E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Вавиловский университет и на сайте www.vavilovsar.ru

Автореферат разослан " ____ " _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Полетаев Илья Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Озимая пшеница является основной продовольственной культурой в условиях Ростовской области и в целом Российской Федерации (С.В. Жиленко и др., 2016). В регионе площадь посевов культуры ежегодно превышает 2,5 млн. га, что составляет более 50% земель сельхозназначения, используемый в аграрном секторе. При этом урожайность зерна существенно меньше потенциально возможной для этой культуры и, как правило, находится в диапазоне 3,6-4,0 т/га (А.И. Грабовец, 2007; А.Л. Хатламаджиян, 2010; А.В. Лабынцев, М.А. Щепетьев, 2012; А.В. Федюшкин и др., 2017; О.В. Галкина и др., 2022; И.Х. Вафин и др., 2023).

Основным ресурсом получения стабильных и запланированных урожаев зерна озимой пшеницы высокого качества остаются удобрения. Они обеспечивают не только увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, но и сохранение и повышение плодородия почвы. Применение оптимальных норм минеральных удобрений улучшает структуру почвы, её химические, агрохимические свойства и предотвращает их загрязнение (А.Х. Шеуджен, И.А. Булдыкова, Р.В. Штуц, 2014; Т.Т. Усмонов, Б.К. Атоев, 2019).

Перспективным направлением в практике современного земледелия является применение органоминеральных удобрений, сочетающих в себе возможность использования их в качестве регуляторов роста растений и хелатных микроудобрений.

Степень её разработанности. Разработкой и совершенствованием системы удобрения озимой пшеницы в условиях Нижнего Дона в разные годы занимались ученые ФГБОУ ВО Донского ГАУ Е.В. Агафонов (1992), В.В. Турчин (2007), А.В. Хорошкин (2007), А.Л. Хатламаджиян (2010), А.В. Цыганков (2011), Р.А. Каменев (2018).

Эффективность применения микроудобрений и органоминеральных удобрений на озимой пшенице и других сельскохозяйственных культурах представлены в работах ученых ФГБОУ ВО Донского ГАУ М.Н. Хорошкина (1979; 1985), Е.В. Агафонова, Е.В. Полуэктова (1995), Е.В. Агафонова, Р.А. Каменева, (2006), Е.В. Агафонова (2012); А.А. Громакова и др. (2022); Г.Е. Мажуги и др. (2023).

Широкое отражение применения микроудобрений и органоминеральных удобрений в растениеводстве нашло в работах известных ученых Северного Кавказа А.Х. Шеуджена (2006; 2017), С.Х. Дзанагова (2016; 2020), А.Н. Есаулко (2006; 2017), О.С. Безугловой (2016; 2020).

Но данных об эффективности новых видов органоминеральных удобрений, произведённых из морских водорослей, при возделывании озимой пшеницы на территории Нижнего Дона в литературе недостаточно.

Цели и задачи. Целью исследований являлось оценка влияния минеральных и органоминеральных удобрений, произведенных на основе морских водорослей, на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Нижнего Дона.

При выполнении работы были поставлены следующие задачи:

- установить изменения питательного режима в почве под пшеницей под влиянием минеральных и органоминеральных удобрений;
- изучить влияние удобрений на биометрические показатели растений озимой пшеницы и содержание в них NPK;
- определить действие минеральных и органоминеральных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы и качество её продукции;
- дать экономическую оценку применения удобрений под озимую пшеницу.

Научная новизна. Впервые на чернозёме южном в условиях Нижнего Дона дана оценка влияния органоминеральных удобрений, произведенных из морских водорослей, и минеральных удобрений на показатели почвенного плодородия; установлено оптимальное сочетание органоминеральных удобрений, оказывающих наибольшее влияние на урожайность и качество продукции озимой пшеницы; определена экономическая и биоэнергетическая эффективность применения минеральных и органоминеральных удобрений под озимую пшеницу.

Теоретическая и практическая значимость работы. Определено действие органоминеральных удобрений, произведённых из морских водорослей, и минеральных удобрений на биометрические показатели растений, концентрацию основных элементов питания в них, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Производству рекомендованы оптимальные органоминеральные удобрения для применения в системе удобрения озимой пшеницы на черноземе южном, обеспечивающие максимальную агротехническую и экономическую эффективность.

Предложенные агрохимические приемы, используемые в системе удобрения озимой пшеницы, апробированы в 2020-2021 гг. в условиях ООО «Заветы Ильича» Азовского района (50 га) и ООО «Слава» Каменского района (35 га) Ростовской области с получением следующих показателей агроэкономической эффективности: урожайность зерна увеличилась на 0,28-0,35 т/га, условно чистый доход – на 1725-2172 руб./га и рентабельность производства – на 13-16%.

Объекты и предмет исследований. Органоминеральные удобрения, произведенные на основе морских водорослей (ламинария): Рутер, Софт Гард, Сиамино Про, Гумифул Про, Алга 1000/Turbo, Лейли 2000. Водорастворимое минеральное удобрение Дабл Вин МКР (монокалийфосфат), (0-52-34). Сорт озимой пшеницы Донэко – ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (Ростовская область).

Предметом проведения исследований являлось определение изменений питательного режима почвы для характеристики потребления элементов минерального питания озимой пшеницей на черноземе южном Нижнего Дона, что отражает уровень формирования урожайности зерна и его качества культурой.

Методология и методы исследования. В работе использованы имеющиеся научно-практические материалы по технологиям применения органоминеральных удобрений в земледелии и возделывания озимой пшеницы. При получении и обработке опытных данных использованы аналитический, экспериментальный, статистический и экономический методы исследований.

Положения, выносимые на защиту:

- Характер влияния минеральных и органоминеральных удобрений на биометрические показатели растений озимой пшеницы;
- Органоминеральные удобрения увеличивают содержание азота, фосфора и калия в растениях озимой пшеницы;
- Оптимальное сочетание органоминеральных удобрений в системе удобрения озимой пшеницы;

Степень достоверности результатов, полученных в ходе проведения исследований, подтверждается большим количеством наблюдений, учетов и анализов, проведенных в полевых опытах и лабораторных условиях, их статистической обработкой и положительными итогами апробации результатов научных исследований.

Апробация результатов. Основные итоги выполненной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях ФГБОУ ВО Донской ГАУ (2019; 2020) и ФГБОУ ВО Ярославский ГАУ (2020).

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 10 работах, в том числе четыре – в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 160 странице компьютерного текста, содержит 31 таблицу, 9 рисунков, 12 приложений; включает введение, 7 глав, заключение, рекомендации производству. Список литературы содержит 180 источников, в т. ч. 7 зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приводятся сведения о роли озимой пшеницы в обеспечении продовольственной безопасности РФ, указаны уровни урожайности зерна в условиях Ростовской области и факторы, сдерживающие её увеличение, дано обоснование применения органоминеральных удобрений, включающих в себя функции микроудобрений и регуляторов роста удобрений, в системе удобрения культуры в для увеличения урожайности и качество продукции.

В первой главе «Биологические особенности озимой пшеницы и технологические приемы по увеличению эффективности использования ми-

неральных и органоминеральных удобрений при её выращивании (обзор литературы) рассматриваются биологические особенности озимой пшеницы и потребление культурой элементов минерального питания, а также имеющийся опыт применения удобрений. Приводятся сведения об использовании органоминеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы. Но сведений о применении на пшенице органоминеральных удобрений, произведенных на основе морских водорослей, используемых для обработки семян перед посевом и некорневого применения в течение вегетации, на черноземе южном Нижнего Дона в литературе не найдено.

Во второй главе «Условия и методика проведения исследований» дана характеристика почвы, погодно-климатических условий и методика проведения исследований. Полевые опыты проведены 2017-2020 гг. в условиях ФГУП «Каменское» Каменского района Ростовской области. Объектом исследований был районированный сорт озимой пшеницы Донэко. Оригинатор: ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (Ростовская область). Разрешен к возделыванию в Северо-Кавказском (6) регионе. Повторность опыта – трёхкратная, размещение вариантов – рендомизированное. Общая площадь делянки 56 м² (5,6 м * 10 м), учетная – 32 м². Агротехника – общепринятая для зоны возделывания. Предшественник озимой пшеницы – кукуруза на зерно. Норма высева озимой пшеницы 5 млн. шт./га. Посев проводили сеялкой СЗ-5,4. Уборка озимой пшеницы вручную на каждом варианте опыта – с 5 площадок 1 м². Закладка опытов, проведение наблюдений и учётов в течение вегетации осуществляли согласно методикам опытов в агрономии и агрохимии (С.В. Щерба, Ф.А. Юдин, 1975; Ф.А. Юдин, 1980; Б.А. Доспехов (1985). Почва района проведения опытов - чернозем южный.

При проведении опыта использовались следующие виды минеральных удобрений: нитроаммофоска (16-16-16), аммонийная селитра (34,4%) и карбамид (46%), водорастворимое минеральное удобрение Дабл Вин МКР (монокалийфосфат), (0-52-34). Схема опыта представлена в таблице 1.

Применение органоминеральных удобрений осуществляли по схеме:

1. Обработка семян перед посевом;
2. Обработка растений в фазу весеннего кущения;
3. Обработка растений в период образования флагового листа;

Объектами исследований были органоминеральные удобрения, произведенные из морской водоросли ламинарии:

Рутер. Жидкий биостимулятор для развития корневой системы. Состав (г/литр): экстракт морских водорослей - 100, органическое вещество – 50, органический углерод – 70, фосфор – 15, калий – 30, полисахариды – 85, стероиды – 10, протеин – 100, аминокислоты – 50, витаминный комплекс – 2.

Таблица 1 - Схема опыта с минеральными и органоминеральными удобрениями

1.	контроль (без удобрений)		
2.	фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ (при посеве) + N ₄₀ (перед ВВВ) + N ₂₀ (колошение)		
срок обработки органоминеральными удобрениями			
	обработка семян	весеннее кущение	флаговый лист
3.	Рутер (0,5 л/т)	-	-
4.	Рутер (0,5 л/т)	Гумифул Про (0,2 кг/га) + Дабл Вин МКР (2 кг/га)	Гумифул Про (0,2 кг/га) +Дабл Вин МКР (2 кг/га)
5.	Рутер (0,5 л/т)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Алга 2000 (0,5 л/га)
6.	Рутер (0,5 л/т)	Сиамино Про (0,5 л/га) + Гумифул Про (0,2 л/га)	Дабл Вин МКР (2 кг/га)
7.	Рутер (0,5 л/то)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)
8.	Рутер (0,25 л/т) + Ал- га 1000 (0,25 л/т)	-	-
9.	Рутер (0,25 л/т) + Ал- га 1000 (0,25 л/т)	Гумифул Про (0,2 кг/га) + Дабл Вин МКР (2 кг/га)	Гумифул Про (0,2 кг/га) +Дабл Вин МКР (2 кг/га)
10.	Рутер (0,25 л/т) + Ал- га 1000 (0,25 л/т)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Алга 2000 (0,5 л/га)
11.	Рутер (0,25 л/т) + Ал- га 1000 (0,25 л/т)	Сиамино Про (0,5 л/га) + Гумифул Про (0,2 л/га)	Дабл Вин МКР (2 кг/га)
12.	Рутер (0,25 л/т) + Ал- га 1000 (0,25 л/т)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)
13.	Рутер (0,25 л/т) + Лейли 2000 (0,25 л/т)	-	-
14.	Рутер (0,25 л/т) + Лейли 2000 (0,25 л/т)	Гумифул Про (0,2 кг/га) + Дабл Вин МКР (2 кг/га)	Гумифул Про (0,2 кг/га) +Дабл Вин МКР (2 кг/га)
15.	Рутер (0,25 л/т) + Лейли 2000 (0,25 л/т)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Алга 2000 (0,5 л/га)
16.	Рутер (0,25 л/т) + Лейли 2000 (0,25 л/т)	Сиамино Про (0,5 л/га) + Гумифул Про (0,2 л/га)	Дабл Вин МКР (2 кг/га)
17.	Рутер (0,25 л/т) + Лейли 2000 (0,25 л/т)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)
18.	-	Гумифул Про (0,2 кг/га) + Дабл Вин МКР (2 кг/га)	Гумифул Про (0,2 кг/га) +Дабл Вин МКР (2 кг/га)
19.	-	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Алга 2000 (0,5 л/га)
20.	-	Сиамино Про (0,5 л/га) + Гумифул Про (0,2 л/га)	Дабл Вин МКР (2 кг/га)
21.	-	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)	Софт Гард (0,2 л/га) + Гумифул Про (0,2 кг/га)

Софт Гард. Жидкий иммуностимулятор на основе экстракта морских водорослей, аминокислот и хитозана. Состав (г/литр): аминокислоты 10, олигоса-

хариды (хитозан) 20, экстракт водорослей 100, органические вещества 100.

Сиамино Про. Органоминеральное удобрение на основе экстракта морских водорослей с высоким содержанием аминокислот: Тирозин, Аргинин, Аланин, Лизин, Пролин, Глутамин. Состав (г/литр): экстракт морских водорослей - 180, аминокислоты - 350, альгиновая кислота - 50, органический углерод - 150, азот - 30, калий - 30, кальций - 70, магний - 47, железо - 70.

Гумифул Про. Состав (%): гуминовые кислоты - 80; фульвокислоты - 10; K_2O - 8.

Алга 1000/Turbo. Полифункциональный агрохимикат на основе морских водорослей. Состав (г/литр): органическое вещество - 700, альгиновая кислота - 210, аминокислоты - 120, азот общий - 50, фосфор - 180, калий - 300, магний - 4, медь - 0,07, железо - 10, кальций - 5, марганец - 2, молибден - 1,2.

Лейли 2000. Состав (г/литр): экстракт морских водорослей - 180, органическое вещество - 150, альгиновая кислота - 14, азот общий - 90, фосфор - 30, калий - 60, медь - 8, железо - 16, марганец - 4.

Исследования проводились полевым и лабораторным методами с использованием следующих методик: отбор проб почвы - ГОСТ 28168-89; общие требования к проведению анализов - ГОСТ 29269-91; влажность почвы - ГОСТ 28268-89; расчет продуктивной влаги с учетом влажности устойчивого завядания растений озимой пшеницы - по Е.В. Агафонову (1992); аммонийный азот - с использованием реактива Несслера - ГОСТ 26951-88; подвижные формы фосфора и обменного калия по методу Мачигина - ГОСТ 26205-91; «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина» - ГОСТ 13496.4-93; «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора» ГОСТ 26657-97; «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия» - ГОСТ 30504-97; влага в растительных образцах - ГОСТ 29305-92; азот в растительных образцах - ГОСТ 13496.4-84; экономическая эффективность - по Н.Н. Баранову (1966); математическая обработка результатов путем дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием ПК.

Почва чернозем южный, мощность гумусосодержащего горизонта А+В колеблется от 60 до 70 см, содержание гумуса в горизонте А - 1,6-2,0%.

Землепользование Каменского района находится в засушливой зоне с ГТК в пределах 0,7-0,8. Погодные условия отличались существенным разнообразием. Благоприятным по увлажнению являлся 2019-2020 с.-х. год, более засушливыми оказались 2017-2018 и 2018-2019 с.-х. годы. Среднегодовая температура воздуха была превышена на $3,5^{\circ}C$ в 2017-2018 с.-х. году и на $3,1^{\circ}C$ в 2018-2019 с.-х. год и на $4,5^{\circ}C$ в 2019-2020 с.-х. годы.

В предпосевной период озимой пшеницы на контроле содержание минерального азота в почвенном слое 0-60 см колебалось от 41,5 (2019 г.) до 70,1

(2018 г.) кг/га. Количество подвижного фосфора перед севом пшеницы в 2017 г. в слое почвы 0-40 см достигало 10,7 мг/кг (низкая обеспеченность по Мачигину), в 2018 году – 15,1 (пограничная между низкой и средней обеспеченностью) и в 2019 г. – 9,2 мг/кг (очень низкая обеспеченность). Содержание в почве обменного калия перед посевом озимой пшеницы в слое почвы 0-40 см в годы проведения исследований составляло 421-510 мг/кг почвы и соответствовало высокой обеспеченности по Мачигину.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе «Содержание и динамика в почве продуктивной влаги и элементов минерального питания при выращивании озимой пшеницы» представлены результаты по обеспеченности почвы продуктивной влагой и питательного режима под посевами пшеницы. Перед посевом в 2017 году содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы составило 8,0 мм, в 2018 г. – 15,6 и в 2019 году – 6,1 мм (рисунок 1).

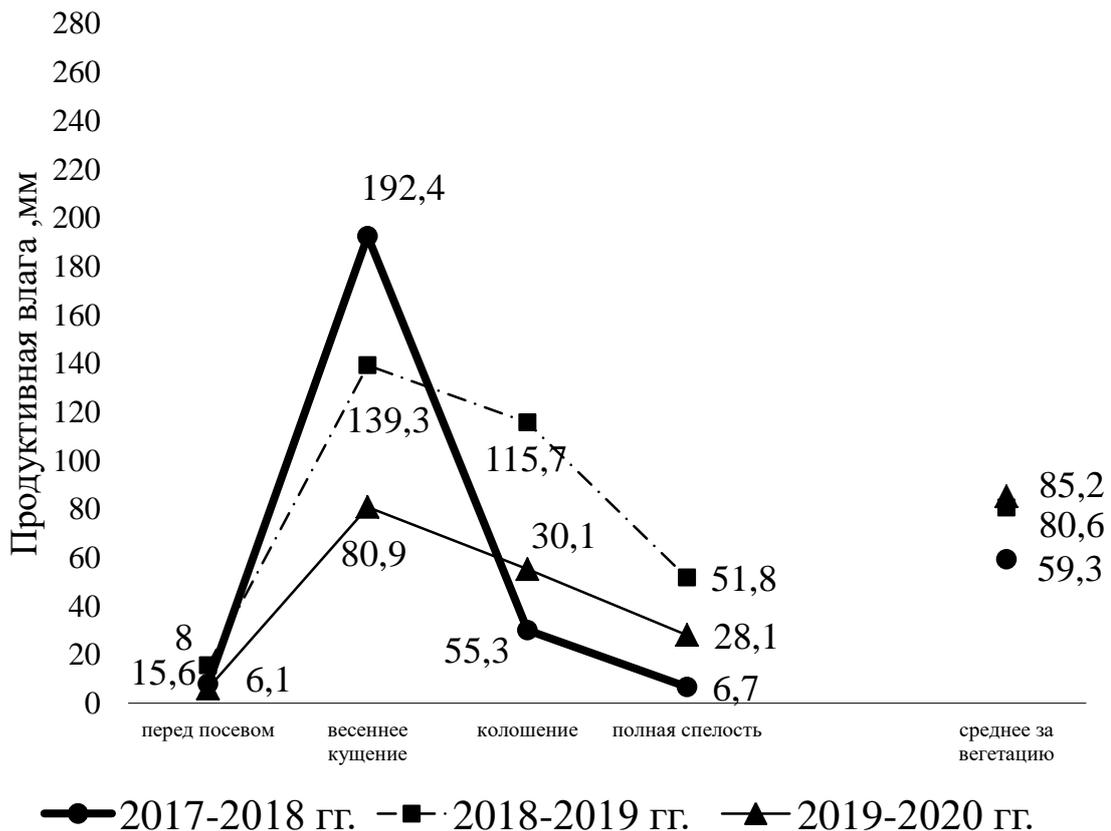
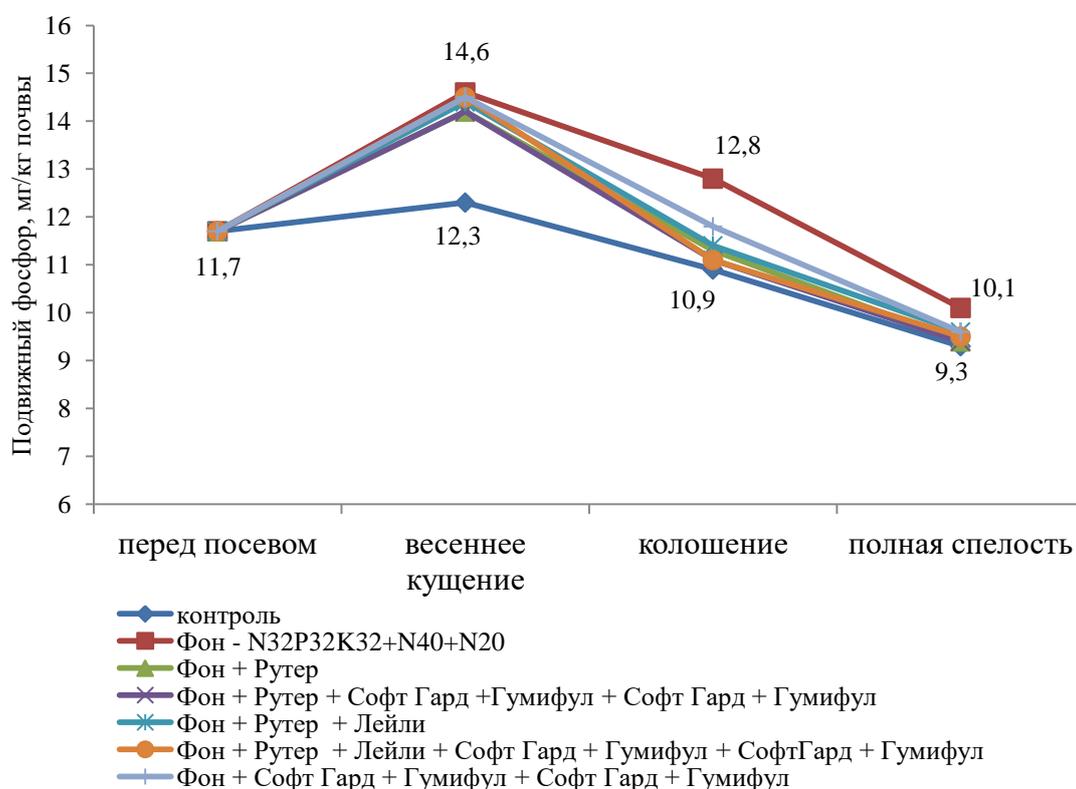


Рисунок 1 – Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под озимой пшеницей, мм

Гумифул и Алга, которое по сравнению с фоном минеральных удобрений составило 6,6-7,0 кг/га или 13,9-14,7%, а по сравнению с вариантами с предпосевной обработкой семян – 2,8-3,8 кг/га или 6,4-8,5%.

Динамика аммонийного и нитратного азота в почве во все годы была сходной. В предпосевной период пшеницы минеральный азот был представлен его нитратной формой. От посева до фазы весеннего кушения количество аммонийного азота в почве увеличивалось, как за счёт аммонификации на контроле, так и из-за применения аммиачных удобрений. К фазе колошения в почве происходило снижение запасов аммонийного азота из-за потребления растениями пшеницы и окислением до нитратной формы. В 2020 г. в фазу колошения аммонийный азот в почве уже отсутствовал, в 2018 и 2019 гг. его оставалось 0,5-2,6 кг/га. В фазу полная спелость в 2018 и 2019 гг. запас $N-NH_4$ в почве был полностью исчерпан.

В предпосевной период пшеницы содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в 2017 г. соответствовало низко обеспеченной (10,7 мг/кг) по Мачигину, в 2018 г. – как пограничной между низкой и средней обеспеченностью (15,1 мг/кг) и в 2019 г. – как очень низко обеспеченную (9,2 мг/кг), (рисунок 3).



НСР₀₅

1,5 мг/кг

1,0 мг/кг

0,7 мг/кг

Рисунок 3 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2017-2020 гг., мг/кг почвы

В среднем за 2017-2020 гг. перед посевом пшеницы содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см составило 11,7 мг/кг. От посева до фазы весеннего кущения на контроле (без удобрений) содержание P_2O_5 увеличилось на 0,6 мг/кг почвы. В течение вегетации происходило снижение обеспеченности почвы подвижным фосфором вплоть до фазы полной спелости, которое составило 3,0 мг/кг почвы. При применении минеральных удобрений при посеве к фазе весеннего кущения содержание подвижного фосфора увеличивалось на 2,3 мг/кг почвы или на 18,7%. В дальнейшем динамика содержания подвижного фосфора в почве была аналогичной изменениям, отмеченным на контроле.

Влияние органоминеральных удобрений на обеспеченность почвы подвижным фосфором в слое почвы 0-40 см отмечено только в фазу колошения. По сравнению с фоном минеральных удобрений снижение P_2O_5 составило 1,0-1,8 мг/кг почвы или 7,8-14,1%. В фазу полной спелости максимальное снижение подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см отмечено на вариантах с предпосевной обработкой семян пшеницы удобрением Рутер (0,5 л/т) и некорневым применением удобрений, которое составило 0,7 мг/кг почвы или 6,9%.

Перед севом пшеницы содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см изменялось от 421 до 510 и в среднем составило 467 мг/кг, что соответствовало по градации Мачигина высокой обеспеченности (рисунок 4).

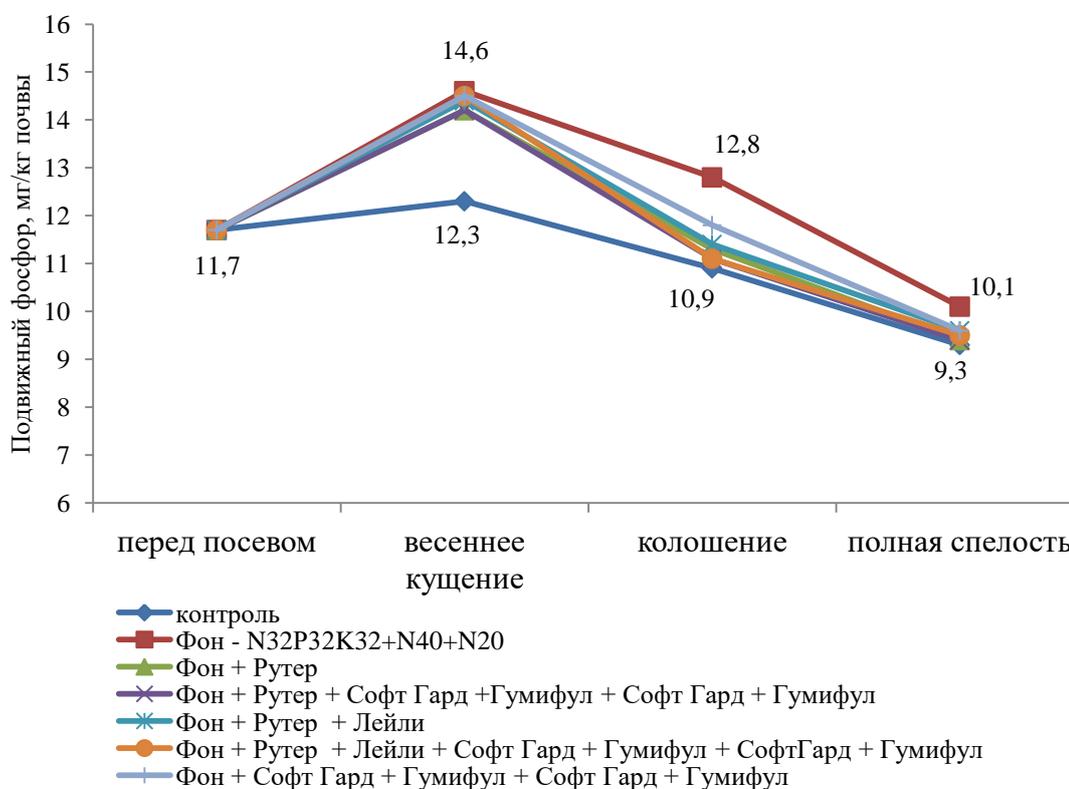
НСР₀₅ $F_{ф.} < F_{теор.}$ $F_{ф.} < F_{теор.}$ $F_{ф.} < F_{теор.}$

Рисунок 4 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2017-2020 гг., мг/кг почвы

От посева до фазы весеннего кушения количество обменного калия в слое почвы 0-40 см увеличилось на 39 мг/кг. От фазы весеннего кушения до колошения пшеницы происходило равномерное снижение содержания обменного калия в почве. К фазе полной спелости содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см на контроле по сравнению с содержанием в фазу весеннее кушение снизилось на 51 мг/кг. Применение азофоски в дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$, как и использование органоминеральных удобрений не оказывало существенного влияния на изменения обеспеченности почвы обменным калием в течение вегетации.

В четвертой главе «Влияние удобрений на биометрические показатели растений озимой пшеницы и содержание NPK» рассматриваются результаты нарастания надземной массы озимой пшеницы и накопления в ней NPK.

В среднем за 2018-2020 гг. наибольшая высота растений достигнута на вариантах с фоном минеральных удобрений и применением для обработки семян удобрения Рутер (0,5 л/т) и некорневого внесения Гумифул, монокалийфосфат и Сиамино. Прибавки составили 3,5-3,7 см или 8,2-8,6%. Наибольшая масса 1 сырого растения получена на варианте с использованием Рутер (0,5 л/т) и двукратным применением в течение вегетации удобрений Гумифул и Софт Гард. Увеличение к варианту с фоном минеральных удобрений составило 1,0 г или 45,5%.

В среднем за 2018-2020 гг. содержание общего азота в растениях в фазу колошение на контроле составило 1,58%. Применение минеральных удобрений обеспечивало увеличение концентрации азота ещё на 0,33%. Математически достоверное увеличение содержания концентрации общего азота и фосфора получено на вариантах с применением удобрений для обработки семян и некорневым применением в течение вегетации Софт Гард, Гумифул и монокалийфосфат (МКР). Увеличение содержания общего азота по сравнению с вариантом с фоном минеральных удобрений составило 0,04% в абсолютном выражении, общего фосфора – 0,03-0,04% при содержании на контроле 0,18%. Концентрация общего калия в фазу колошение существенно не изменялась под действием изучаемых удобрений.

В пятой главе «Урожайность и качество зерна озимой пшеницы» рассмотрено действие удобрений на урожайность зерна и содержание белка и клейковины в нём.

Урожайность зерна пшеницы на контроле (без удобрений) в 2018 году составила 2,32 т/га (таблица 1). Максимальная прибавка урожайности получена от применения некорневым способом удобрений Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 л/га) на фоне минеральных удобрений и обработок семян Рутер (0,5 л/т). Она составила по сравнению с фоном минеральных удобрений 0,56 т/га или 18,0%.

Таблица 1 – Урожайность зерна озимой пшеницы, т/га

Урожайность зерна, т/га				Прибавка к фону минеральных удобрений	
2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.	т/га	%
контрольный вариант (без удобрений)					
2,32	2,62	1,51	2,15	-	-
фон 1 - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀					
3,06	3,43	2,98	3,16	-	-
фон 1 + Рутер (0,5 л/т)					
3,27	4,01	3,27	3,52	0,36	11,4
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)					
3,27	4,11	3,15	3,43	0,27	8,5
фон 1+ Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)					
3,26	3,91	3,20	3,46	0,30	9,5
фон 1 + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,53	4,33	3,44	3,77	0,61	19,3
фон 1+Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,10	4,11	3,40	3,64	0,48	15,2
фон 1+Рутер (0,5 л/т)3,50+ Сиамино + Гумифул + МКР					
3,45	4,27	3,50	3,74	0,58	18,4
фон 1+Рутер (0,5 л/т)+Софт 3,15Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
3,62	3,87	3,55	3,89	0,73	23,1
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,54	3,99	3,23	3,63	0,47	14,9
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,38	4,11	3,42	3,60	0,44	13,9
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,49	4,23	3,42	3,67	0,51	16,1
фон 1+Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
3,58	4,23	3,40	3,74	0,58	18,4
фон 1+ Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,53	4,20	3,45	3,73	0,57	18,0
фон 1+ Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,36	4,05	3,45	3,62	0,46	14,6
фон 1+ Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,50	4,07	3,40	3,66	0,50	15,8
фон 1+ Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул					
3,57	4,57	3,53	3,89	0,73	23,1
фон 1 + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,30	4,10	3,25	3,55	0,39	12,3
фон 1 + Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,28	4,03	3,20	3,50	0,34	10,8
фон 1 + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,31	4,06	3,22	3,53	0,37	11,7
фон 1 + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул					
3,30	3,96	3,18	3,48	0,32	10,1
НСР ₀₅					
0,09	0,12	0,11	0,19	-	-

Урожайность зерна озимой пшеницы на контрольном варианте (без удобрений) в 2019 году составила 2,62 т/га, что на 0,30 т/га больше, чем в 2018 году.

В этот год полевых опытов сформирована наибольшая урожайность зерна пшеницы на вариантах с применением органоминеральных удобрений - 3,87-4,33 т/га. Формирование наибольшей урожайности зерна в опыте в 2019 году обеспечило применение удобрений Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 кг/га) на фоне минеральных удобрений и обработок семян Рутер (0,5 л/т) или сочетанием Рутер (0,25 л/т) и Лейли 2000 (0,25 л/т). Прибавки урожайности на этих вариантах по сравнению с фоном минеральных удобрений составили 1,06-1,14 т/га или 30,9-33,2%.

В засушливом 2020 году сформирована наименьшая урожайность зерна на контрольном варианте (без удобрений), которая составила 1,51 т/га. Максимальная прибавка урожайности получена на варианте с применением Рутер (0,5 л/т) для обработки семян и некорневым внесением Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 кг/га). Прибавка к фону минеральных удобрений составила 0,52 т/га или 19,1%.

На вариантах с некорневым применением удобрений без обработки семян перед посевом пшеницы во всех сочетаниях увеличивало урожайность зерна по сравнению с фоном минеральных удобрений на 0,20-0,27 т/га или на 6,7-9,1%.

В среднем за 2018-2020 гг. урожайность зерна пшеницы на контрольном варианте (без удобрений) составила 2,15 т/га, а на варианте с фоном минеральных удобрений – 3,16 т/га. Прибавка урожайности зерна на варианте с обработкой семян пшеницы удобрением Рутер достигала по сравнению с фоном минеральных удобрений 0,36 т/га или 11,4%.

Сочетание некорневого применения удобрений Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 кг/га) на фоне минеральных удобрений и обработок семян Рутер (0,5 л/т) или Рутер (0,25 л/т) и Лейли 2000 (0,25 л/т) способствовало формированию наибольшей урожайности в опыте. Прибавка по сравнению с контролем составила 0,73 т/га или 23,1%. На вариантах с применением удобрений некорневым способом получено увеличение урожайности зерна по сравнению с фоном минеральных удобрений на 0,32-0,39 т/га или на 10,1-12,3%. Максимальную прибавку урожайности обеспечивало применение удобрений Гумифул и монокалийфосфат. Наиболее тесная корреляционная зависимость рассчитана от концентрации общего азота в растениях озимой пшеницы в фазу колошение и урожайностью зерна в среднем за 3 года, $r = 0,942 \pm 0,079$ и от содержания общего фосфора в эту же фазу, $r = 0,882 \pm 0,105$.

Белковость зерна пшеницы в 2018-2020 гг. на контрольном варианте (без удобрений) изменялась от 9,2 до 9,7% и в среднем за 3 года составила 9,6%, что обеспечило сбор белка равный 204 кг/га. Применение удобрений способствовало повышению белковости зерна. Максимальное увеличение белковости получено в среднем за 2018-2020 гг. на вариантах двукратным применением орга-

номинеральных удобрений в течение вегетации пшеницы (без обработки семян). Прибавка к контрольному варианту составила 2,6-2,7%, а к фону минеральных удобрений – 0,7-0,8%. Сбор белка при этом увеличивался к фону минеральных удобрений на 32,1-34,3 кг/га.

Содержание клейковины на контрольном варианте (без удобрений) в 2018-2020 гг. изменялось от 15,8 до 17,0% и в среднем за 3 года составило 16,5%. На контрольном варианте (без удобрений) товарный класс зерна соответствовал 5. Применение минеральных удобрений увеличивало количество клейковины по сравнению с контрольным вариантом в среднем за 3 года на 2,3%. На вариантах с применением минеральных удобрений и органоминеральных трёхкратно (перед посевом, в фазу весеннего кущения и период формирования флагового листа) статистически достоверно увеличивало количество клейковины в среднем за 2018-2020 гг. по сравнению с фоном минеральных удобрений на 1,2-2,9%. Товарный класс зерна на этих вариантах опыта соответствовал 4. При двукратном некорневом применении удобрений в фазу весеннего кущения и в период образования флагового листа количество клейковины увеличилось по сравнению с содержанием на вариантах с трёхкратным применением. В абсолютном выражении прибавки по сравнению с фоном минеральных удобрений достигали 5,1-5,4%. Товарный класс зерна на этих вариантах опыта соответствовал 3.

В шестой главе «Вынос и баланс основных элементов минерального питания» рассматривается потребление основной и побочной продукцией озимой пшеницы элементов минерального питания и баланс NPK при её выращивании.

Наибольший суммарный вынос (зерном и соломой) озимой пшеницей трёх макроэлементов получен в 2019 году – 136 кг/га, в 2018 году – 105 кг/га и наименьшим в 2020 году – 66 кг/га. В 2018 году наибольший вынос трёх макроэлементов обеспечивало применение удобрения Рутер и некорневого внесения Гумифула и монокалийфосфата. Увеличение по сравнению с фоном минеральных удобрений составило 24 кг/га. В 2019 и 2020 гг. наибольший вынос достигнут на варианте с обработкой семян перед посевом Рутер и Лейли и некорневым применением Софт Гард и Гумифул. Прибавки к фону минеральных удобрений в 2019 году общего выноса NPK достигали 46 кг/га, в 2020 году - 32 кг/га.

Побочная продукция пшеницы (солома) не отчуждается с поля, баланс основных элементов питания рассчитан только по выносу основной продукцией пшеницы (таблица 2).

На всех вариантах опыта, кроме контрольного (без удобрений) достигнут положительный баланс макроэлементов. На варианте с применением минеральных удобрений профицит NPK в среднем за 2018-2020 гг. достигал 38-21-18 кг/га.

Таблица 2 – Баланс азота, фосфора и калия основной и побочной продукцией при выращивании озимой пшеницы в среднем за 2018-2020 гг., кг/га

Расходование, кг/га			Приход, кг/га			Баланс, кг/га		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контрольный вариант (без удобрений)								
31	7	8	0	0	0	-31	-7	-8
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀								
54	11	14	92	32	32	38	21	18
фон + Рутер (0,5 л/т)								
62	13	16	92	32	32	30	19	16
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)								
60	12	16	92	32	32	32	20	16
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)								
59	11	15	92	32	32	33	21	17
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
66	14	18	92	32	32	26	18	14
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга								
61	13	16	92	32	32	31	19	16
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР								
65	14	17	92	32	32	27	18	15
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул								
62	12	16	92	32	32	30	20	16
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
62	12	17	92	32	32	30	20	15
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга								
63	13	17	92	32	32	29	19	15
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР								
65	14	18	92	32	32	27	18	14
фон 1+Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул								
65	13	17	92	32	32	27	19	15
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
65	13	17	92	32	32	27	19	15
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга								
64	12	17	92	32	32	28	20	15
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР								
63	13	18	92	32	32	29	19	14
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул								
68	13	18	92	32	32	24	19	14
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
64	12	16	92	32	32	28	20	16
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга								
64	13	16	92	32	32	28	19	16
фон + Сиамино + Гумифул + МКР								
65	13	16	92	32	32	27	19	16
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул								
64	12	16	92	32	32	28	20	16

Применение органоминеральных удобрений на фоне минеральных удобрений способствовало снижению положительного баланса азота на 7-12 кг/га,

фосфора – 1-3 и калия – на 1-4 кг/га, но в целом он оставался положительным на всех вариантах опыта.

В седьмой главе «Экономическая и биоэнергетическая оценка выращивания озимой пшеницы» приводятся результаты экономической и биоэнергетической оценки применения удобрений. Экономическая оценка представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Экономическая оценка применения удобрений под озимую пшеницу. Среднее за 2018-2020 гг.

Урожайность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Затраты на производство, руб./га	Себестоимость, руб./кг	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
контрольный вариант (без удобрений)					
2,15	22575	20200	9,4	2375	12
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀					
3,16	40764	32719	10,4	8045	25
фон 1 + Рутер (0,5 л/т)					
3,52	45408	33144	9,4	12264	37
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)					
3,43	44247	33043	9,6	11204	34
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)					
3,46	44634	33070	9,6	11564	35
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,77	48633	35040	9,3	13593	39
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,64	46956	34446	9,5	12510	36
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР					
3,74	48246	35342	9,4	12904	37
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
3,89	50181	33948	8,7	16233	48
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,63	46827	34939	9,6	11888	34
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,60	46440	34021	9,5	12419	37
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,67	47343	34917	9,5	12426	36
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
3,74	48246	33847	9,1	14399	43
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,73	48117	34966	9,4	13151	38
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,62	46698	34372	9,5	12326	36
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,66	47214	35268	9,6	11946	34
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул					
3,89	50181	33874	8,7	16307	48

Наиболее оптимальные экономические показатели в опыте получены на варианте с применением припосевного удобрения в сочетании с двукратной азотной подкормкой и некорневым использованием органоминеральных удобрений Гумифул и Софт Гард в фазу весеннего кущения и период образования флагового листа. Рентабельность на 26% больше, чем на варианте с фоном минеральных удобрений при снижении себестоимости на 0,80 руб./кг, уровень условно чистого дохода повысился на 8892 руб./га.

При использовании удобрений Гумифул и Софт Гард для некорневого применения в течение вегетации, а также Рутер и Лейли для обработки семян перед посевом на фоне применения минеральных удобрений получены наиболее оптимальных показатели энергетической эффективности выращивания зерна озимой пшеницы в опыте. Энергетическая эффективность составила 3,55. Затраты на формирование зерна озимой пшеницы на этих вариантах составили 5,37 ГДж/т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среднем за 2017-2020 гг. перед севом озимой пшеницы содержание минерального азота в слое почвы 0-60 см составило 55,1 кг/га. На контрольном варианте (без удобрений) к фазе весеннего кущения содержание $N_{\text{мин}}$ уменьшилось на 13,3 кг/га. Наибольшее его снижение отмечено на вариантах с обработкой семян Рутер (0,5 л/т) или Рутер (0,25 л/т) и Лейли (0,25 л/т) и некорневым применением Софт Гард, Гумифул двукратно в течение вегетации и сочетание удобрений Софт Гард, Гумифул и Алга, которое по сравнению с фоном минеральных удобрений составило 6,6-7,0 кг/га или 13,9-14,7%, а по сравнению с фонами с предпосевной обработкой семян – 2,8-3,8 кг/га или 6,4-8,5%.

В среднем за 2017-2020 гг. перед посевом пшеницы содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см составило 11,7 мг/кг, что соответствует по градации Мачигина низкой обеспеченности. При применении минеральных удобрений при посеве к фазе весеннего кущения пшеницы содержание подвижного фосфора увеличивалось на 2,3 мг/кг почвы или на 18,7%. Различия во влиянии органоминеральных удобрений на обеспеченность почвы подвижным фосфором в слое 0-40 см отмечено только в фазу колошение. По сравнению с вариантом с фоном минеральных удобрений снижение количества подвижного фосфора на вариантах с органоминеральными удобрениями составило 1,0-1,8 мг/кг почвы или 7,8-14,1%.

Перед посевом озимой пшеницы в 2017-2019 гг. содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см изменялось от 421 до 510 мг/кг и в среднем за 3 года составило 467 мг/кг, что соответствовало по градации Мачигина высокой обеспеченности. Применение удобрений не оказывало существенного влияния на изменения обеспеченности культуры обменным калием в течение вегетации.

Наибольшая высота растений достигнута на вариантах с фоном минеральных удобрений и применением для обработки семян удобрения Рутер (0,5 л/т) и некорневого внесения Гумифул, монокалийфосфат и Сиамино. Прибавки к показателям контроля составили 3,5-3,7 см или 8,2-8,6%. Наибольшая масса 1 сырого растения получена на варианте с Рутер (0,5 л/т) и двукратным применением удобрений Гумифул и Софт Гард. Увеличение к фону минеральных удобрений составило 1,0 г или 45,5%.

Математически достоверное увеличение содержания общего азота и фосфора в фазу колошение получено на вариантах с применением удобрений для обработки семян перед посевом и некорневым внесением в течение вегетации Софт Гард, Гумифул и монокалийфосфат. Увеличение содержания общего азота по сравнению с вариантом с фоном минеральных удобрений составило 0,04% в абсолютном выражении, общего фосфора – 0,03-0,04%. Концентрация общего калия в эту фазу не изменялась.

В среднем за 2018-2020 гг. урожайность зерна пшеницы на контрольном варианте (без удобрений) составила 2,15 т/га, а на варианте с фоном минеральных удобрений – 3,16 т/га. Сочетание некорневого применения удобрений Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 кг/га) на фоне минеральных удобрений и обработок семян Рутер (0,5 л/т) или Рутер (0,25 л/т) и Лейли 2000 (0,25 л/т) способствовало формированию наибольшей урожайности в опыте. Прибавка по сравнению с фоном минеральных удобрений составила 0,73 т/га или 23,0%. На вариантах с применением удобрений некорневым способом получено увеличение урожайности зерна пшеницы по сравнению с фоном минеральных удобрений на 0,32-0,39 т/га или на 10,1-12,3%. Максимальную прибавку урожайности обеспечивало применение Гумифул и монокалийфосфат.

Максимальное увеличение белковости получено в среднем за 2018-2020 гг. на вариантах двукратным некорневым применением удобрений в течение вегетации озимой пшеницы (без обработки семян перед посевом). Прибавка к контрольному варианту составила 2,6-2,7%, а к фону минеральных удобрений – 0,7-0,8%. Сбор белка при этом увеличивался к фону минеральных удобрений на 32,1-34,3 кг/га. При двукратном некорневом применении удобрений в фазы весеннего кущения и флагового листа количество клейковины увеличилось по сравнению с содержанием на вариантах с трёхкратным применением. В абсолютном выражении прибавки по сравнению с фоном минеральных удобрений достигали 5,1-5,4%.

На всех вариантах опыта, кроме контрольного, на котором удобрения не вносились, достигнут положительный баланс макроэлементов. На варианте с применением минеральных удобрений профицит NPK в среднем за 2018-2020 гг. достигал 38-21-18 кг/га. Применение органоминеральных удобрений на фоне минеральных способствовало снижению положительного баланса азота на

7-12 кг/га, фосфора – на 1-3 и калия – на 1-4 кг/га, но он оставался положительным на всех вариантах опыта.

Оптимальные экономические показатели получены на варианте с применением припосевного удобрения в сочетании с азотной подкормкой и некорневым использованием удобрений Гумифул и Софт Гард в фазы весеннего кущения и флагового листа. Рентабельность на 26% больше, чем на варианте с фоном минеральных удобрений при снижении себестоимости на 0,8 руб./кг, уровень условно чистого дохода повысился на 8892 руб./га. При использовании удобрений Гумифул и Софт Гард для некорневого применения в течение вегетации, а также Рутер и Лейли для обработки семян перед посевом на фоне применения минеральных удобрений получены наиболее оптимальных показатели энергетической эффективности выращивания зерна озимой пшеницы в опыте. Энергетическая эффективность составила 3,55.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При выращивании озимой пшеницы для формирования урожайности зерна не менее 3,48 т/га с содержанием белка 12,2% и клейковины 24,2% на черноземе южном на фоне низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором и высокой обменным калием по Мачигину в условиях Нижнего Дона целесообразно применять органоминеральные удобрения: в фазу весеннего кущения и в период формирования флагового листа Гумифул (0,2 кг/га) и Софт Гард (0,2 л/га) на фоне применения минеральных удобрений осенью при посеве $N_{32}P_{32}K_{32}$, азотной подкормки в дозе N_{40} аммиачной селитрой перед началом весеннего возобновления вегетации и в дозе N_{20} в фазу колошение карбамидом.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Учитывая высокую эффективность применения органоминеральных удобрений Гумифул и Софт Гард при выращивании озимой пшеницы, целесообразна их апробация на более высоком агрофоне, созданного за счёт применения различных доз минеральных удобрений, для увеличения урожая зерна с сохранением высоких показателей его качества.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Ермилов, А.В.** Совместное применение органоминеральных и минеральных удобрений в системе удобрения озимой пшеницы на черноземе южном Нижнего Дона / А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, А.П. Солодовников, В.Н.

Максимчук // Аграрный научный журнал. – №2. – 2021. – С. 14-20. (0,40 п.л., авт. – 0,10).

2. **Ермилов, А.В.** Эффективность применения органоминеральных удобрений в системе удобрения озимой пшеницы на черноземе южном в условиях Ростовской области / А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, В.К. Каменева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(64). – С. 87-90. (0,23 п.л., авт. – 0,10).

3. **Ермилов, А.В.** Влияние минеральных и органоминеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы на черноземе южном в условиях Нижнего Дона / А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, В.В. Турчин, В.К. Каменева // Агро-ЭкоИнфо. – 2021. – №6 (48). (0,36 п.л., авт. – 0,10).

4. **Ермилов, А.В.** Эффективность органоминеральных удобрений на основе морских водорослей при выращивании озимой пшеницы в условиях Ростовской области / А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, В.В. Турчин, В.К. Каменева // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2022. – №3(45). – С.33-39. (0,40 п.л., авт. – 0,10).

В прочих изданиях:

5. **Ермилов, А.В.** Изучение новых видов органоминеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы на черноземе южном /Каменев Р.А., Ермилов А.В., Турчин В.В. // «Актуальные вопросы управления производством растениеводческой и животноводческой продукции АПК и здоровьем сельскохозяйственных животных» Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, п. Персиановский. – 2019. – С. 81-85. (0,25 п.л., авт. – 0,10).

6. **Ермилов, А.В.** Эффективность органоминеральных стимуляторов роста растений на озимой пшенице в условиях Ростовской области /А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, Е.Г. Баленко // «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства». Материалы международной научно-практической конференции, п. Персиановский. –2019. – С. 14-17. (0,24 п.л., авт. – 0,12).

7. **Ермилов, А.В.** Применение органоминеральных удобрений в системе удобрения озимой пшеницы на черноземе южном /А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, Д.С. Воробьев, В.Н. Садымов // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2020. – №4–1 (38). – С. 69-74. (0,32 п.л., авт. – 0,08).

8. **Ермилов, А.В.** Применение органоминеральных удобрений на озимой пшенице на черноземе южном в условиях Ростовской области /А.В. Ермилов, Р.А. Каменев // «Современные аспекты управления плодородием агроландшафтов и обеспечения экологической устойчивости производства сельскохозяйственной продукции». Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, – 2020. – С. 21-23. (0,22 п.л., авт. – 0,10).

9. **Ермилов, А.В.** Влияние органоминеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы на черноземе южном /А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, Е.Г. Баленко // «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства». Материалы международной научно-практической конференции, п. Персиановский. –2020. –С. 17-19. (0,20 п.л., авт. – 0,08).

10. **Ермилов, А.В.** Эффективность применения органоминеральных удобрений на озимой пшенице в условиях Ростовской области /А.В. Ермилов, Р.А. Каменев, В.В. Турчин // «Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель». Материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Ярославль. – 2020. – С. 15-21. (0,30 п.л., авт. – 0,10).