

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Каменев Роман Александрович

пос. Персиановский - 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ЕЁ ВЫРАЩИВАНИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	9
1.1 Биологические особенности озимой пшеницы	9
1.2 Применение минеральных удобрений под озимую пшеницу	17
1.3 Использование органоминеральных удобрений и микроудобрений на озимой пшенице	32
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	41
2.1 Характеристика почвы	41
2.2 Климат и погодные условия в годы проведения полевых исследований	42
2.3 Методика исследований	47
3. СОДЕРЖАНИЕ И ДИНАМИКА В ПОЧВЕ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ И ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	52
3.1 Динамика продуктивной влаги в почве под озимой пшеницей	52
3.2 Динамика элементов питания в почве под озимой пшеницей	54
4. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И СОДЕРЖАНИЕ NPK	77
5. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	87
6. ВЫНОС И БАЛАНС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	105
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	122
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	122
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	123
Приложения	144

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Из-за усиленной интенсификации производства в аграрном секторе и постоянным изменением климатических условий для увеличения эффективности современного растениеводства необходима постоянная модернизация агротехнологий, обеспечивающих получение стабильных урожаев (В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова и др., 2019).

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).

Для увеличения урожайности в настоящее время в растениеводстве применяются различные физиологически активных веществ, которые обеспечивают существенное повышение коэффициентов использования элементов минерального питания из удобрений и почвы, что, в свою очередь, позволит сократить расходы сельхозтоваропроизводителей (Т.В. Симатин, Л.Р. Оганян, Ф.В. Ерошенко, 2019).

Современные агротехнологии, включающие в себя возделывание интенсивных высокоурожайных сортов, а также применение в системе удобрения высококонцентрированных агрохимикатов, обуславливает постепенное снижение доступных форм микроэлементов в почве. Это делает необходимым введение в системы питания культур микроудобрений (Д.В. Кулагин, А.Н. Есаулко, В.В. Кукушкина, 2017).

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 исследований 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 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.

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.

Основные 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.

1 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ЕЁ ВЫРАЩИВАНИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Биологические особенности озимой пшеницы

Озимая пшеница является одной из ценных и высококорентабельных продовольственных культур. Зерно данной культуры характеризуется высоким содержанием белка (до 16%) и углеводов (до 80%). Основное назначение культуры – использование в хлебопечении (В.Г. Васин, 2009).

Получение стабильных и высоких урожаев пшеницы с оптимальным содержанием белка и клейковины на сегодняшний день остается приоритетной задачей современного земледелия (Г.В. Овсяникова и др., 2011). Озимая пшеница поглощает интенсивно запасы почвенной влаги, накопленные на начальном этапе вегетации в осенний период. Она обладает большим потенциалом роста и развития по сравнению с яровыми культурами (М.Ш. Тагиров, И.Д. Фадева, И.Н. Газизов, 2014).

Озимая пшеница – культура, которая предъявляет высокие требования к уровню почвенного плодородия, почвенно-климатическим условиям и хорошо отзывается на применение минеральных и органических удобрений. Повышенные требования к обеспеченности почвы элементами минерального питания объясняется слабо проникающей корневой системой с низкой способностью поглощать элементы минерального питания из труднорастворимых соединений, прежде всего фосфора, а также высокой реакцией к неблагоприятным условиям вегетации – заморозкам, засухам и т.д. (С.Х. Дзанагов, 2020).

Максимальные урожаи данной культуры получают на высокоплодородных черноземных почвах с достаточным уровнем обеспеченности продуктив-

ной влаги и элементами минерального питания. Она показывает низкий уровень продуктивности на песчаных и супесчаных почвах, на тяжелых по гранулометрическому составу почвах, характеризующихся переувлажнением, а также на мелиорированных торфяниках (Л.Н. Прокина, 2015).

В настоящее время установлено, что для формирования урожайности зерна озимой пшеницы 5,0 т/га она поглощает из почвы 170-185 кг азота, 60-65 кг фосфора и 155-186 кг калия. Соответственно максимальным является потребление азота по сравнению с фосфором. По данным многолетних исследований вынос питательных элементов с урожаем на разных типах и подтипах почв Центрального Предкавказья различается. Он составляет (в кг на 1 тонну основной с учетом побочной продукции): на каштановых почвах азота, фосфора и калия соответственно 37, 12,2, 29,0; на черноземах обыкновенных 42,5, 16,5, 30,0; черноземах выщелоченных 44,0, 16,0, 28,0; дерново-глеевых 43,0, 15,5, 28,0 (С.Х. Дзанагов, 2016).

В.Г. Минеев (2004) в своих работах уточняет, что озимая пшеница для формирования 10 ц/га основной продукции и соответствующее количество побочной продукции поглощает азота 35 кг, фосфорной кислоты – 14 и окиси калия – 25 кг.

По сведениям В.В. Агеева, А.И. Подколзина (2001) при продуктивности 40 ц/га зерна пшеница поглощает 145–150 кг азота, 55–60 кг фосфора, 90–100 кг калия.

Согласно Э.К. Эйсерт и др. (1987) вынос N, P₂O₅ и K₂O на 1 ц зерна озимой пшеницы с соответствующим количеством побочной продукции составляет 3,3-1,1-2,2 кг, а по М.К. Каюмову (1981) – 3,25-1,15-2,00.

Как отмечают Я.В. Губанов, Н.Н. Иванова (1988) на создание одного центнера урожая зерна озимая пшеница потребляет 3,0-4,5 кг N, 1,0-1,3 кг P₂O₅, 2-3,5 K₂O.

По данным Б.А. Ягодина (1982) озимая пшеница выносит на 10 ц зерна вместе с соломой в среднем 35 кг N, 12 кг P₂O₅ и 26 кг K₂O.

В опытах Ставропольского НИИСХ при урожайности озимой пшеницы 57-62 ц/га на формирование 1 ц зерна расходовалось азота 3,2-3,9, фосфора 0,88-1,12 и калия 2,1-2,4 кг (Л.П. Петрова, 1985).

Согласно исследованиям, выполненным в Ростовской области, поглощение NPK на 1 т зерна озимой пшеницы достигает соответственно: 30-36, 10-13, 20-24 (Е.В. Агафонов, 1992); в северной зоне Краснодарского края: 30-34, 7-10; 22-26 (С.И. Баршадская, 2005).

При урожае в 4 т/га зерна пшеница поощает из почвы 140 кг N, 52 кг P₂O₅ и 90 кг K₂O (Б.Х. Губашиев, 2000; А.С. Хачидзе и др., 2010).

На начальном этапе вегетации озимая пшеница чувствительна к дефициту NPK в почве. Наибольшее поглощение элементов минерального питания происходит от трубкования до колошения-цветения. Повышение содержание азота в растениях пшеницы в данный период вегетации способствует формированию зерна с высокими технологическими показателями (Н.Г. Малюга, 2004).

А.Х. Шеуджен (2010) считает, что во время максимального среднесуточного поглощения NPK растениями пшеницы совпадает с периодом наибольшего нарастания вегетативной массы. В фазу выход в трубку поглощение азота, фосфора и калия достигает соответственно 44, 35 и 60% от максимального, а к фазе колошение – 80, 75 и 95%.

В полевых опытах, выполненных на чернозёмных почвах Северного Кавказа, к фазе выход в трубку пшеница потребляет до 75% азота, 60% фосфора и 75% калия, а к фазе колошение эти значения составляют уже до 95% азота, до 85% общего фосфора и 100% общего калия (В.Г. Минеев, 2004).

Фаза кущение озимой пшеницы делится на осеннее и весеннее, которое продолжается в весенний период после начала вегетации. В осенний период культура должна быть обеспечена достаточным фосфором питание при соблюдении умеренного внесения азотных удобрений (В.В. Кидин, 2012).

Фосфорное питание в осенний период обеспечивает нормальное формирование корневой системы, что увеличивает устойчивость растений неблаго-

приятным факторам окружающей среды. При соблюдении этих условий в осенний период растения интенсивно развиваются и формируют большое количество сахаров, тем самым обеспечивая лучшую перезимовку (В.В. Кидин, 2016).

Поглощение азота растениями пшеницы начинается с появлением всходов и завершается в фазу налива зерна. К фазе весеннего кущения поглощение азота достигает 21-26%, в фазы выхода в трубку, колошение - 45-50, цветения-молочной спелости 11-16, а к середине восковой спелости 6-12% от общего количества поглощаемого растениями азота за весь период вегетации. При этом дефицит азота в разные фазы вегетации зачастую невозможно компенсировать внесением его последующим применением. Максимальное поглощение азота происходит фазы выход в трубку до завершения колошения (С.М. Бесланев, 2008).

По данным А.Х. Шеуджен (2006) более чувствительны растения озимой пшеницы к недостатку азота на начальном этапе вегетации в период трубкования и в фазу цветение-налива зерна. Дефицит в азотном питании в период вегетации пшеницы снижает уровень продуктивности на 12-40% и, что не менее важно приводит к ухудшению качества зена, и снижению его технологических показателей (В.В. Церлинг, 1990).

Э.А. Муравин (2014) указывает, что ранней весной при подавленных процессах нитрификации озимая пшеница рано начинает вегетацию и должна быть обеспечена достаточным количеством азота. Дополнительное внесение азота в фазы весеннего кущения и выхода в трубку обеспечивают увеличение урожайности зерна, а в фазы колошения, цветения и налива зерна – к увеличению технологических показателей.

Избыточное несбалансированное питание на начальном этапе может вызвать излишнее формирование дополнительных стеблей, что обеспечит интенсивное пререстание, снизит закалку и перезимовку растений, затенение, быстрому поглощению почвенной влаги, увеличению повреждения вредителями и

болезнями и, в конечном итоге, к уменьшению урожайности и качества зерна (В.Г. Минеев, 2017).

Поглощение NPK зависит от их запасов в почве в подвижных формах, фазы развития растений и корневой системы, а также сложившихся погодноклиматических условий и других факторов. Снижение активного развития растений пшеницы напрямую связано с низким количеством NPK в почве, а в некоторых случаях и обеспеченности микроэлементами (В.Г. Васин, 2009).

Азот необходим растениям для формирования белковых веществ. Содержание азота в белках изменяется от 14 до 19%. Является составной частью хлорофилла и соответственно принимает участие в фотосинтезе. Азот также является составной частью ферментов – катализаторов (В.Е. Ториков и др., 2016).

Азот формирует вегетативную массу растений, увеличивает технологические показатели зерна при формировании урожайности. Необходимо учитывать, что как недостаток, так и избыток азота плохо отражается на развитии растений пшеницы, что обуславливает снижение урожайности. При дефиците этого элемента уменьшается накопление сухих веществ, снижается площадь листовой пластинки. Листья имеют бледно-зеленую окраску и рано отмирают. При этом избыточное поглощение азота растениями повышает формирование вегетативной массы, нарушает соотношение между надземной вегетативной массой и развитием корневой системой, при этом увеличивается период активного развития, повышается их полегание и увеличивается поражениями болезнями и вредителями. Также может возрастать дисбаланс в питании при избыточном азотном питании, прежде всего по сравнению с фосфором, а это может привести к уменьшению урожайности зерна, снижению качества посевного материала и технологических для перерабатывающей промышленности (В.Г. Васин, 2009).

Поглощение фосфора озимой пшеницей происходит от момента появления всходов до полного выколашивания (В.Г. Минеев, 2017).

Фосфор необходим растениям пшеницы в существенно меньшем количестве, чем азот. Максимальное содержание общего фосфора в растениях фиксируется в фазе всходов. Максимальный общий вынос P_2O_5 из почвы достигается к фазе выхода в трубку, колошению-цветению. При этом к созреванию зерна количество P_2O_5 в растительном организме снижается (С.Х. Дзанагов, 2016).

Фосфор идентифицируется в составе клеток, всевозможных ферментов, витаминов и других биологически активных веществ. Он участвует в преобразовании углеводов и азотосодержащих веществ. В растительном организме фосфор присутствует в органической и в минеральной форме (А.В. Загоруйко и др., 2017).

Фосфор стимулирует прорастание семян растений, способствует развитию корней. Продолжительность потребления фосфора растительным организмом происходит вплоть до фазы колошение-цветение. Оптимальное содержание в растениях P_2O_5 способствует оплодотворению цветков, повышает урожайность и качество зерна. Наоборот, избыточное фосфорное питание обеспечивает раннее старение растительного организма. Урожайность резко снижается (Б.А. Ягодин, 2002).

Дефицит фосфора в течение вегетации пшеницы, особенно на её начальном этапе, отрицательно отражается на поглощении азота, формированию белков. Происходит снижение темпов развития растений. Это приводит к уменьшению величины урожайности. Признаками дефицита фосфора является красно-фиолетовая окраска нижней стороны листьев и их быстрое старение и высыхание. Озимая пшеница практически не способна поглощать из почвы двух и трёхзамещенные фосфаты (В.Г. Васин, 2009).

Калий принимает активное участие в процессе формирования белков и углеводов в растительном организме. Благодаря данному макроэлементу происходит интенсивное накопление сахара в цитоплазме клетки. Это увеличивает способность растений к воздействию природных факторов, особенно в период

перезимовки. Это обеспечивает формирование сосудистых пучков и увеличивает стенки клетки (А.А. Соколовский, Т.П. Унанянц, 1977).

Интенсивное поглощение K_2O из почвы растениями пшеницы происходит до фазы колошение-цветение. В период наступления полной спелости содержание общего калия в растительном организме снижается (К.И. Саранин, 1973;1983).

Осенью для нормального развития хорошей перезимовки озимых хлебов должно преобладать фосфорно-калийное, азот должен поступать и умеренное азотное питание. Достаточное потребление озимыми хлебами фосфора и калия обеспечивает оптимальное развитие растений и, следовательно, достаточному накоплению углеводов и увеличению зимостойкости. Наоборот, обильное азотное питание культуры с осени существенно снижает условия перезимовки, что особенно проявляется в регионах с суровыми и малоснежными зимами (Э.А. Муравин, 2014).

Для растительного организма вреден не только дефицит, но и обильное питание макроэлементами. Это проявляется в старых органах и характеризуется замедлением роста растений. Признаки дефицита и избытка макроэлементов бывают достаточно похожи (Б.А. Петров, Н.Ф. Селиверстов, 1998).

При недостатке калия возможно формирование малозерности колоса (Б.А. Ягодин, 2002).

Озимая пшеница очень отзывчива на внесение удобрений во всех почвенно-климатических условиях, пригодных для её выращивания (В.Г. Минеев, 2004). Дефицит макроэлементов в период выращивания озимой пшеницы характеризуется наличием определенных признаков. Но также необходимо учитывать, что каждой культуре, в том числе и озимой пшенице, признаки недостатка НРК могут быть достаточно индивидуальны. Ряд признаков дефицита макроэлементов характерен для всех культур.

Оптимизация питательного режима почвы предполагает баланс в питании также и по микроэлементам. Последние играют многогранную роль в физиоло-

го-биохимических процессах, протекающих в живых организмах, низкая обеспеченность микроэлементами создает барьеры для поглощения растениями отдельных видов макроэлементов (М.Я. Школьник, 1974; Б.А. Ягодин, 1995).

В настоящее время в научной литературе представлен достаточно большой материал, убедительно показывающим, что дефицит в почве подвижных форм микроэлементов способствует снижению сельскохозяйственными культурами урожайности. Такими элементами считаются цинк, марганец и медь. Они активно участвуют в обмене веществ растительном организме. Из-за недостатка органических удобрений в хозяйствах, которые являются основным источником пополнения почвенного фонда микроэлементов, существенно увеличивается эффективность микроудобрений (И.А. Чернавина, 1970).

Известно, что микроэлементы усиливают процесс аммонификации и нитрификации в почве. Усиливается также поступление в листья подвижного азота и фосфора (Ш.М. Магомедов, 2019).

Цинк участвует не только в образовании хлорофилла, но и принимает непосредственное участие в процессе фотосинтеза, углеводного и белкового обмена в растительном организме. Этот микроэлемент также участвует в метаболических процессах, является составной частью различных ферментативных систем, способствует ускорению плодоношения, быстрому формированию репродуктивных органов (В.Г. Сычев, 2009).

Микроэлемент медь входит в состав белков и ферментов. Он увеличивает интенсивность азотного обмена, принимает непосредственное участие в процессе фотосинтеза и образования хлорофилла. Усиливает устойчивость растений к действию факторов окружающей среды, а именно к перепадам температур, воздушной засухе. При этом снижается поражение растений различными заболеваниями (Э.Д. Орлова, 1968).

Микроэлемент марганец принимает непосредственное участие в процессе дыхания, в азотном синтезе и образовании белков, формировании пигмента хлорофилла и нуклеиновых кислот, а также в переносе наследственной инфор-

мации. Марганец обеспечивает избирательное поглощение ионов из почвенного раствора, усиливает устойчивость растительного организма к воздействию факторов окружающей среды (И.А. Бобренко, 2011).

Исследования, проведенные Ш.М. Магомедовым (2019) выявили разнообразные положительные влияния применяемых микроудобрений на фоне минеральной дозы $N_{60}P_{60}K_{30}$. Так, если внесение минеральных удобрений происходило увеличение прибавки урожайности к контрольному варианту на 0,55 т/га. Под действием марганца отмечено дальнейшее повышение урожайности зерна ещё на 0,19 т/га.

Недостаток микроэлемента цинк при избыток марганца способствует уменьшению поглощения растениями аммонийного азота. При недостатке таких микроэлементов как медь и марганец уменьшается скорость потребления растениями нитратного азота. При дефиците цинка в растительном организме снижается содержание сахарозы и крахмала, повышается содержание органических кислот, уменьшается процесс образования белков (Г.Г. Романов, Г.Я. Елькина, 2023).

Недостаток элементов питания наиболее неприемлим на начальном этапе развития растительного организма и является трудно восполнимым в последующих этапах органогенеза, что, в целом, отрицательно отразится на продуктивности культуры (А.В. Федюшкин, 2017). В тоже время отступление от научных основ применения минеральных и органических удобрений зачастую приводит к снижению технологических показателей зерна. При этом необходимо учитывать, что даже биогенные элементы могут в этом случае являться токсичными для растительного организма (Г.И. Уваров, 2009).

1.2 Применение минеральных удобрений под озимую пшеницу

Поглощение элементов минерального питания обуславливает обмен между окружающей средой и растительным организмом, который включает в себя

поступление веществ из почвенной и воздушной среды в органы растений. Корневое питание растений зависит от физическо-химических и химических основных показателей почвы, её обеспеченности основными элементами минерального питания в валовых и подвижных формах, соотношение между ними, наличие почвенных микроорганизмов и корневого эксудата (В.В. Агеев, А.И. Подколзин, 2006).

Минеральные и органические удобрения представляют собой вещества, составляющие элементы которых могут использовать растительные организмы для питания, увеличения и сохранения почвенного плодородия. Д.Н. Прянишников в при определении понятия «удобрение» писал, что в нём содержатся элементы минерального питания для растений, могут способствовать повышению мобилизации почвенного плодородия, увеличивать интенсивность течения различных процессов в почве и тем самым изменять её свойства. Таким образом, удобрения оказывают различное прямое и косвенное увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур (В.Г. Минеев, 2004).

Ученые Ставропольского ГАУ А.Н. Есаулко (2006), Л.Н. Петрова, В.В. Агеев (2017) доказывают, что использование удобрений представляет собой основу для получения стабильных и планируемых урожаев сельскохозяйственных культур, но и является обязательным приемом для сохранения и повышения плодородия почвы.

Эффективное применение минеральных удобрений представляет собой активный инструмент в современных агротехнологиях выращивания сельскохозяйственных растений, основная роль которых заключается в увеличении содержания основных элементов минерального питания в почве и улучшения её фитосанитарного состояния. В научной литературе широко представлены сведения о возможности за счёт применения минеральных удобрений повышать количество различных микроорганизмов в верхнем горизонте почвы. Это объясняется тем, что при использовании удобрений повышается активность поч-

венной биоты и это положительно отражается на фитосанитарном состоянии почвы (А.М. Ямалиев, С.А. Замятин, С.А. Максуткин, 2016).

Система удобрения отдельных культур в севообороте должна решать две взаимосвязанные задачи: 1) выявить наиболее эффективные приемы и технику внесения удобрений; 2) вносить удобрения с целью реализации потенциальной продуктивности культуры и воспроизводства плодородия почв. Первостепенной задаче применяемой системы удобрений культуры является достижение оптимальной обеспеченности элементами минерального питания в течение всего периода выращивания (Н.М. Троц, 2021).

Озимая пшеница является широко распространенной основной зерновой культурой в мире. Народно-хозяйственное значение культуры ежегодно увеличивается, так как её выращивание является решением стратегической задачи в создании продовольственной безопасности. Озимая пшеница может выращиваться в различных почвенно-климатических условиях (Н.В. Долгополова и др., 2009; С.В. Пугаев, 2016).

Эта культура требовательна к условиям питания и влагообеспеченности, поэтому под озимую пшеницу отводят поля с высоким агрофоном, но при этом её нельзя возделывать по сидеральным парам. При возделывании пшеницы по чистым парам за период парования поля, благодаря течению нитрификационных процессов в почве повышаются запасы минерального азота. Профицит азота в почве оптимального содержания фосфорно-калийных элементов минерального питания может привести к дисбалансу между этими элементами и снижению продуктивности культуры (О.А. Сорокина, 2010; В.И. Попова, 2018).

Озимая пшеница может возделываться на разных по окультуренности почвах, при этом формирование максимальных урожаев может достигаться только на высокоплодородных почвах. Хорошо произрастает культура и формирует высокие урожаи на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах (В.В. Кидин, 2012).

Поскольку культура является требовательной к уровню почвенного плодородия, то она достаточно хорошо реагирует на применение удобрений. И на самом деле, в результате правильного применения органических и минеральных удобрений урожаи её в основных зонах страны резко возрастают и нередко увеличиваются в 1,5-2,5 раза по сравнению с неудобренными полями (С.Х. Дзанагов, 2020).

Продуктивность пшеницы напрямую зависит от погодно-климатических условий и обеспеченности почвы элементами минерального питания (В.В. Луговкин, 2004). Уровень урожайности культуры связан с интенсивным применением минеральных удобрений. Их эффективность проявляется также от предшественников, технологической вооруженности хозяйства, сортовых особенностей. Наибольшее влияние на продуктивность культуры оказывают удобрения, которые применялись до посева, то есть основное удобрение (С.Х. Дзанагов, 2020).

Озимые хлеба хорошо реагируют на уровень применения минеральных удобрений всех видов — азотных, фосфорных и калийных, но при этом действие их на величину и качество урожая является неравнозначным. Влияние удобрений максимально проявляется, когда растения наиболее полно обеспечены основными макро и микроэлементами. Дисбаланс между ними приводит к уменьшению эффективности всей системы удобрения (Д.А. Данилов, 1985).

Высокие планируемые урожаи зерна культуры с высокими технологическими качествами получают только при достаточном уровне внесения минеральных удобрений. Но при этом многие ученые отводят превостепенную роль азотным удобрениям (А.Е. Пшеничный, 1987; В.Г. Кривобочек, 1997; Б.К. Маркин, 2000; А.М. Пестряков, 2001; В.Е. Торилов и др., 2003; С.А. Семина, 2004; Л.В. Карпова, 2004; Н.Н. Мишин, 2004).

Основу получения планируемых урожаев озимой пшеницы составляют расчетные нормы минеральных удобрений. При достижении программируемых урожаев необходимо не только получение максимальной эффективности, но и

соблюдение принципов сохранения и повышения плодородия почвы (О.В. Мельникова, 2022).

Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко (2002), В.В. Агеев, А.И. Подколзин, С.В. Динякова (2007), Л.Н. Вислобокова, О.М. Иванова (2015) при представлении своих трудов доказывают, что нормы применяемых минеральных удобрений целесообразно определять при проведении полевых опытов или опираться на расчетные методы. Одной из основных сложностей реализации данного подхода в определении изменяющихся потребностей в NPK в период вегетации культуры. Для получения качественной продукции с программируемой урожайностью необходимо обеспечить сбалансированное питание растению за счёт применения минеральных удобрений.

Первостепенная роль в увеличении технологических показателей зерна отводится азотным удобрениям. При использовании только фосфорно-калийных удобрений отмечается снижение качества зерна. Но при совместном внесении калийных и азотных удобрений отмечено их положительное действие на качество зерна (А.Н. Хохлов, Н.А. Литвиненко, 1999; В.В. Коломейченко, 2022).

Многочисленные опыты свидетельствуют о том, что однократное внесение азота под озимую пшеницу в допосевной период является недостаточным для удовлетворения потребности растений на весь вегетационный период. При этом дозы азотных удобрений от 90 до 120 кг/га в действующем веществе оказывают негативное влияние на развитие растений в начальный период вегетации. Кроме того, нитратная форма азота вымывается из почвы. Поэтому необходимо дробное внесение азотных (Б.А. Ягодин 2002).

А.В. Зеленев (2018) и В.Е. Ториков (2023) считают, что наиболее целесообразно и эффективно распределение норм внесения по срокам под озимую пшеницу следующим образом: 1/3 нормы азотных удобрений следует внести перед посевом (такие дозы азота не снизят зимостойкость) и 2/3 при проведении подкормок в вегетационный период; фосфорно-калийные минеральные

удобрения в полной дозе необходимо вносить в допосевной период или под основную обработку почвы. Это положительно отражается на зимостойкости.

В системе удобрения озимой пшеницы обычно предусматривают применение, как минимум, двух азотных подкормок: первая весной перед началом возобновления вегетации, которая направлена для обеспечения растений азотом или азотом и фосфором и влияет на урожайность зерна. Вторая подкормка, как правило, проводится некорневым способом с целью увеличения технологических свойств зерна. Она проводится в фазы цветения, налива или молочно-восковой спелости зерна. Необходимость проведения поздней подкормки устанавливаются по результатам растительной диагностики (О.А. Ульянова, 2017; Н.М. Троц, 2021).

Ранневесенние подкормки азотом способствуют быстрому восстановлению погибших стеблей, стимулируют кущение, обеспечивают интенсивное нарастание вегетативного аппарата. Оптимальная обеспеченность растений азотом способствует формированию дополнительных продуктивных стеблей, увеличивает процессы образования репродуктивных органов и формированию озернённости и выполненности колоса. Это приводит к увеличению массы зерна с колоса, что в, как следствие, повышает урожайность озимой пшеницы (Э.А. Муравин. 2010).

Ранневесенняя подкормка является широкораспространенным и эффективным приёмом при выращивании озимой пшеницы, которая в период возобновления весенней вегетации значительно нуждается в азотном питании. Накопление минерального азота в почве из-за подавленных процессов нитрификации и аммонификации идёт достаточно медленно из-за низких температур почвы, также её высокой влажности (В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, 2003).

Высокий эффект от ранне весенней подкормки озимой пшеницы отмечен и при сравнительно больших дозах азотных удобрений (40-60 кг/га действующего вещества). Но необходимо учитывать, что окупаемость внесённого действующего вещества минерального удобрения за счёт получаемой прибавки

урожайности будет уменьшаться. При проведении полевых экспериментов ЦОС ВНИИА (Московская область) установлено, что прибавка урожайности зерна пшеницы от ранневесенней подкормки в дозе 30 кг/га на фоне фосфорно-калийных удобрений достигала 0,53 т/га. Увеличение дозы азотной подкормки в два раза приводило к дальнейшему увеличению урожайности, но при этом дополнительная доза азота 30 кг/га оплачивались зерном в 2,5 раза меньше (Э.А. Муравин, 2014).

Осенняя подкормка азотом не рекомендуется на участках со склоном более 2° во избежание смыва удобрений, а также на песчаных и супесчаных почвах с промывным типом водного режима (В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, 2003).

Эффект от применения азотных удобрений в осенний период при выращивании озимой пшеницы обусловлен целым рядом факторов. Азотные минеральные удобрения в дозах 20-30 кг/га целесообразно применять с осени по зерновым колосовым предшественникам. После бобовых культур, а также после внесения органических удобрений азотные подкормки не применяются, так как из-за высокого и избыточного азотного питания увеличивается гибель растений при перизимовке (Г.Г. Романов, 2023).

В.В. Кидин (2017) утверждает, что на черноземных почвах использование азотных удобрений в осенний период неэффективно. Азотные удобрения в дозе 30-60 кг/га действующего вещества необходимо применять рано весной перед началом возобновления весенней вегетации. Также азот целесообразно применять некорневым способом для увеличения содержания белка и клейковины в дозе 30-40 кг/га д.в.

Получение планируемого эффекта от использования азотных удобрений достигается только при оптимальной обеспеченности растений фосфорно-калийным питанием. При низком содержании доступного фосфора в дерново-подзолистой почве применение высоких доз азота 120-150 кг/га и внесением 60 кг/га фосфорно-калийных удобрений, не способствовало повышению урожайности пшеницы из-за нехватки фосфора. Но при этом, при содержании в почве

120-150 мг/кг доступного фосфора при внесении $N_{120-150}$ и $P_{60}K_{60}$ увеличивало прибавку урожайности на 19- 21 ц/га (Т.Б. Лебедева, 2011).

По сведениям В.Н. Левкина (2007) применение азотных и фосфорных удобрений увеличивало урожайность зерна озимой пшеницы до 4,65 т/га при повышении содержания белка до 13,4–14,6%, клейковины - 25,0-29,0%.

Фосфор в питании растений наиболее необходим впервые 25-40 дней вегетационного периода, поэтому фосфорные удобрения следует вносить до посева и при нем. Калийные удобрения, внесенные до посева, дают больший эффект (В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, 2003).

По данным Б.А. Ягодина (1982) фосфорно-калийные удобрения целесообразно применять с заделкой плугом. Также фосфорные удобрения в дозе 10-15 кг/га действующего вещества применяют в рядки одновременно с посевом. Если система земледелия при выращивании озимой пшеницы предусматривает только дисковые поверхностные обработки почвы, то фосфорно-калийные удобрения более целесообразно вносить под пар с расчётом на озимые культуры. После черного пара и зернобобовых культур увеличивается эффективность внесения фосфорно-калийных удобрений при выращивании озимой пшеницы, но азотных - уменьшается. Внесение фосфорно-калийных удобрений в оптимальном количестве обеспечивает накопление сахаров в растениях озимой пшеницы перед перезимовкой, что повышает выживаемость растений в зимний период и снижает полегание.

В.И. Попова (2018) подтверждает, что необходимо при посеве озимой пшеницы применять фосфорные или азотно-фосфорные удобрения. Фосфор, внесенный в рядки, способствует росту корневой системы и надземной массы растений. Внесение 10 кг/га P_2O_5 в виде гранулированного аммофоса повышает урожайность зерна в среднем на 0,25-0,30 ц/га. Фосфорные удобрения под озимую пшеницу следует вносить в виде водорастворимых форм (суперфосфаты, аммофос, нитроаммофоска и т.д.). Под основную обработку почвы вносят полную дозу фосфорно-калийного удобрения.

Доза P_2O_5 10 кг/га в среднем по России обеспечивает прибавку урожая зерна 2,7, т.е. на 1 кг д.в. удобрения приходится дополнительно 27 кг зерна, что в 2-3 раза больше, чем при разбросном внесении суперфосфата (В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, 2003).

Высокая эффективность фосфорно-калийных удобрений объясняется тем, что при их внесении повышается морозоустойчивость, снижается поражаемость ржавчиной, гессенской и шведской мухами (С.Х. Дзанагов, 2019).

По сведениям В.А. Прошкина, Ю.С. Авдеева, А.П. Смирнова (1997), прибавка урожайности от применения минеральных удобрений может достигать 30%. При использовании только двух элементов минерального питания (NР, РК, НК) прибавка урожайности зерна возрастала к контролю на 17–19, а от полного удобрения - до 24-28%.

На суглинистых и глинистых почвах из-за быстрой скорости химического связывания фосфорно-калийные удобрения целесообразно применять под зерновые каждый год или в «запас» на 2-3 года в увеличенных расчётных дозах. Доказано, что запасное внесение РК удобрений под предшествующую культуру не приводит к снижению урожайности зерна озимой пшеницы по сравнению с ежегодным их применением. При этом на песчаных почвах минеральные удобрения следует применять ежегодно для снижения возможных потерь из-за промывания (В.В. Кидин, 2012).

Эффективность различных видов минеральных удобрений неодинакова в сухие и сравнительно влажные годы. Фосфорные удобрения устойчиво увеличивают урожай зерна пшеницы при посеве по всем предшественникам. В засушливые годы по сравнению с влажными абсолютные прибавки урожая от этих удобрений несколько меньше.

Е. П. Шустикова (1955) отмечает, что благоприятные условия увлажнения имеют решающее значение в увеличении урожайности озимой пшеницы и эффективности фосфорных удобрений. Максимальная урожайность зерна пшеницы достигнута при внесении $N_{120}P_{140}K_{120}$.

В засушливые годы по сравнению с влажными сезонами абсолютные прибавки урожая от этих удобрений несколько меньше. Высокая эффективность фосфорных удобрений объясняется низким содержанием подвижного фосфора в почве, мобилизация которого из форм, труднодоступных растениям, при дефиците влаги для прохождения химических реакций, происходит очень замедленно. Растения пшеницы в достаточной степени обеспеченные фосфорным питанием, имеют высокий уровень зимостойкости, обладают засухоустойчивостью и высокой урожайностью (Е.В. Смольский, 2019; М.А. Габибов, 2020).

С. Hera, L. Toncea, S. Stan (1987) установили следующие закономерности формирования урожайности озимой пшеницы от использования фосфорсодержащих удобрений, которые были наиболее характерны для засушливых лет. Максимальная урожайность зерна озимой пшеницы достигнута на почвах с содержанием подвижного фосфора 50–70 мг/кг. Установлено, что 70–82% урожайности зерна пшеницы формируется за счёт запасов фосфора из почвы, 17–28% используется из минеральных фосфорных удобрений.

Калийные удобрения уменьшают полегание растений озимой пшеницы. Действие их особенно возрастает на торфянистых почвах, а также на всех типах почв, в севооборотах которых выращиваются овощные культуры, однолетние и многолетние травы (С.Х. Дзанагов, 2019).

Агрономическая целесообразность применения калийсодержащих удобрений возрастает на торфяно-болотных, супесчаных и песчаных почвах с небольшими запасами валовых форм калия. После проведения известкования и увеличения плодородия почвы эффективность калийных удобрений существенно повышается (Г.Г. Романов, 2023).

В условиях степных районов увеличение урожайности пшеницы в первую очередь зависит от фосфорных и азотных удобрений. На черноземах обыкновенных и карбонатных повышение дозы фосфорных и азотных удобрений до 80 кг обеспечивает прибавку урожая озимой пшеницы 0,20–0,60 т/га, доза калия 80 кг: 0,1–0,3 т/га. В Нечерноземной зоне под озимую пшеницу обязательно при-

менять азотно-фосфорно-калийные удобрения. Исследование показали, что средние дозы (80-120 кг/га) каждого из действующих веществ при высокой агротехнике позволяют получать урожай 6,0 т/га озимой пшеницы. Указанные нормы удобрений могут варьировать в зависимости от конкретных условий возделывания озимых культур (М.А. Габиров, Д.В. Виноградов, 2020).

Наиболее высокие урожаи зерна пшеницы получают на выщелоченных черноземах в степной зоны при выращивании по непаровым предшественникам от азотных удобрений в сочетании с РК. Рекомендуют следующие дозы минеральных удобрений: азотных до 120 кг/га, фосфорных до 90 кг/га, калийных до 90 кг/га (Н.П. Кузнецов, 2001).

На черноземных почвах степной зоны азотная подкормка в дозе N_{30} повышает прибавку урожайности зерна пшеницы на 3,0–6,0 ц/га. В степной зоне эффективность азотной подкормки часто неустойчива. В благоприятные по увлажнению годы урожайность зерна увеличивалась на 1,6–3,1 ц/га. Но при этом в годы с дефицитом осадков прибавок урожайности не получают совсем (М.А. Глухих, 2009).

Выбор оптимального срока, способа применения и дозы минеральных удобрений оказывает решающее значение в увеличении прибавки урожайности зерна.

Эффективность полного минерального удобрения при выращивании озимой пшеницы на разных типах почв достаточно неодинакова. Прибавка урожайности зерна от NPK в дозе 45-60 кг/га составляет 0,20-0,90 т/га, причем с севера на юг она, как правило, уменьшается (С.Х. Дзанагов, 2020).

Многолетние исследования по изучению влияния удобрений и способов обработки почвы на продуктивность пшеницы, выполненные в Ставропольском крае, показали, что при внесении в севообороте NPK в дозе 180 кг/га и навоза в дозе 10 т/га в 1978-1993 гг. и 170 кг/га и 5 т/га в 2000-2004 гг., урожайность увеличивалась с 3,70 до 4,45 т/га или на 21,2% (А.Н. Есаулко, 2006).

По данным Д.В. Дубовика и Д.Ю. Виноградова (2014) на решающую роль в увеличении эффективности применения минеральных удобрений имеют агро-климатические условия зоны выращивания пшеницы. Наибольшая прибавка урожайности, которая достигала 1,10-1,50 т/га от применения удобрений в дозе $N_{40}P_{80}K_{80}$ получена в засушливых условиях. Опыты, проведенные в степной зоне Кабардино-Балкарской республики, показывают, что прибавка от удобрений в дозе $N_{75}P_{75}K_{75}$ составила у озимой пшеницы в богарных условиях 0,65 т/га, а при орошении – 1,45 т/га.

В северной зоне Краснодарского края на чернозёме обыкновенном в 1979-2008 гг. в трёх ротациях зернопропашного и зернотравяного севооборотов изучалось действие минимальной ($N_{20}P_{20}K_{30}$), средней ($N_{40}P_{60}K_{60}$), повышенной ($N_{80}P_{60}K_{60}$) и высокой ($N_{80}P_{120}K_{120}$) доз минеральных удобрений при соответствующем насыщении элементами питания и других культур севооборотов. Прибавка урожайности зерна от $N_{80}P_{60}K_{60}$ к контролю составила 3,35 т/га в зернопропашном и 2,15 т/га – в зернотравяном. В неблагоприятные годы преимущество было в пределах 1,93 и 1,59 т/га соответственно. Однако в относительном выражении эффект от удобрений был выше в неблагоприятные годы – 97,0 и 67,6%, в благоприятные меньше – 93,2 и 42,2% (С.И Баршадская, А.А Романенко, А.А. Квашин, 2010).

В исследованиях, выполненных на Северо-Донецкой опытной станции в Ростовской области, установлено, что для получения около 5,5 т/га зерна озимой пшеницы Тарасовская 29 необходимо применение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{120}K_{60}$. Но для приближения к потенциалу сорта 8,0-8,5 т/га при достаточном увлажнении и пестицидном прикрытии потребуется и значительно больше питательных веществ (А.И. Грабовец, М.А. Фоменко, 2007).

В условиях Ростовской области А.В. Цыганков (2011) определил, что под озимую пшеницу необходимо вносить $N_{60}P_{60}$ на фоне заделки осенью бентонитовой глины в дозе 7,5 т/га. Урожайность зерна повышалась на 25,8% по сравнению с контролем (4,22 т/га).

На опытном поле Ульяновского НИИСХ установили, что применение стартовых доз минеральных удобрений при посеве позволило повысить продуктивность культуры в среднем по фону $N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$ на 0,31 т/га (11,9 %), по фону $N_{45,5}P_{45,5}K_{45,5}$ – на 0,64 т/га (24,6%). В зависимости от сроков применения азотные подкормки также показали различную эффективность – от 0,16 до 0,92 т/га (6,5-36,7%) относительно варианта без применения подкормок. Высокую эффективность показывают азотные подкормки посевов озимой пшеницы по тало-мерзлой почве, что позволяет дополнительно получить 0,51 т/га, наименьшую – при осеннем внесении (+0,16 т/га), (Р.А. Хакимов, 2020).

По данным КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко внесение удобрений под пшеницу в дозе $N_{135}P_{90}K_{45}$ увеличивало урожайность по разным предшественникам от 0,60 до 2,05 т/га (Х.А. Малкандуев, 2022).

В опытах Э.К. Эйсерта и Г.Д. Поляковой (1979) зафиксировано, что при использовании под озимую пшеницу удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{40}$ на черноземе обыкновенном Краснодарского края прибавка урожайности зерна достигала 0,68-0,93 т/га.

А.Л. Хатламаджияна (2010) рекомендует применять на черноземе обыкновенном Ростовской области при возделывании пшеницы NPK в дозе 24 кг/га действующего вещества. Азотную подкормку перед весенним возобновлением вегетации целесообразно вносить в дозе N_{50} .

М.А. Габибов (2020) утверждает, что наиболее высокие урожаи получают на черноземах выщелоченных в условиях степной зоны при выращивании пшеницы по непаровым предшественникам основной вклад в формирование урожайности имеет полное минеральное удобрение. Оптимальными дозами для каждого элемента является применение азотных удобрений от 60 до 90 кг/га действующего вещества с достижением максимума до 120 кг, фосфорных удобрений от 45 до 60 кг/га с максимумом до 90 кг и калийных удобрений от 45 до 60 кг/га с достижением максимума до 90 кг.

В условиях нечернозёмной зоны Российской Федерации под озимую пшеницу на светло-серых и серых лесостепных почвах целесообразно внесение после зернобобовых предшественников $N_{40-60}P_{40-60}K_{40}$, что обеспечивает увеличение урожайности зерна до 1,0 т/га. Но при размещении пшеницы по зерновым колосовым предшественникам целесообразно дозу азотного удобрения повысить. Но необходимо учитывать, что полностью вносить её до посева не рекомендуется. Необходимо часть азотных удобрений перенести для проведения подкормки (А.Ф. Донцов, 2012; В.Г. Минеев, 2017).

Озимая пшеница хорошо отзывается на увеличение нормы азотных удобрений. На серых лесных тяжелосуглинистых почвах урожайность пшеницы при внесении $N_{100}P_{50}K_{50}$ составила 4,77 т/га, а от $N_{150}P_{80}K_{80}$ – 5,70 т/га. Повышение урожайности зерна пшеницы от дествия 80-120 кг/га действующего вещества азота, фосфора и калия составляет 0,50-0,70 т/га. При урожае 6,00-6,50 т/га в этой зоне в целом хорошо действуют азотные удобрения, особенно при возделывании пшеницы по занятым парам и непаровым предшественникам. Азотные удобрения в дозах 80-120 кг/га обеспечивают прибавку зерна 0,3-0,5 т/га, фосфорные и калийные: 0,2-0,3 т/га (М.А. Габибов, Д.В. Виноградов, 2020).

Н.Н. Шаповалова, А.А. Воропаева, Н.А. Менькина (2020) установили, что увеличение урожайности от минеральных удобрений, используемых одновременно с посевом озимой пшеницы, изменилась в диапазоне от 0,80 до 3,10 т/га. Максимальный урожай получен при применении тройного минерального (NPK) с удвоенной дозой азота по сравнению с фосфором до $N_{104}P_{52}K_{52}$, наименьшая прибавка достигнута при внесении минеральных удобрений с наибольшим содержанием фосфора – $N_{6-12}P_{26-52}$.

Т.А. Дудкина (2022) при проведении полевых опытов показала, что урожайность зерна пшеницы возрастала при увеличении нормы внесения удобрений. За три года полевых опытов максимальная урожайность зерна получена в зернопаропропашном севообороте с чистым паром при дозе удобрений $N_{100}P_{100}K_{100}$, которая достигала 6,19 т/га. Прибавка к контрольному варианту

составила 42%. При повышении дозы внесения удобрений от $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{100}P_{100}K_{100}$ урожайность в среднем за три года повышалась: в зернопаропропашном севообороте с чёрным паром на 25,7%, в севообороте с сидеральным паром – на 16,2%. В плодосменном севообороте отдача от внесения удобрений была самой низкой – увеличение урожайности между вариантами максимальной и наименьшей дозой удобрений достигала 11,7%.

В степных районах Российской Федерации значительные площади заняты также озимой пшеницей. Прибавка урожая от использования $N_{80}P_{80-120}K_{80}$ достигали 0,55-0,72 т/га. В благоприятных по увлажнению районах прибавка урожайности зерна от применения удобрений достигает 0,70-1,00 т/га, а в районах с недостаточным увлажнением - от 0,30-0,40 т/га (М.А. Габибов, Д.В. Виноградов, 2020).

В лесостепной зоне Российской Федерации при севе озимой пшеницы после сидеральных паров и непаровых предшественников, которые интенсивно поглощают из почвы доступный азот, необходимо внесение НРК с равнозначным содержанием элементов питания. После зернобобовых культур использование азотных удобрений должно не превышать дозы фосфорно-калийных удобрений для избежания возможного снижения зимостойкости культуры (В.Г. Минеев, 2004).

Полевые опыты, проведенные в условиях Западного Предкавказья, доказали возможность стабильного получения урожайности озимой пшеницы до 5,5-6,0 т/га по предшественникам эспарцет и горох при использовании удобрений в дозе $N_{40}P_{40}$, а после озимой пшеницы - $N_{80-120}P_{60}K_{40-60}$, после кукурузы на зерно - $N_{120}P_{60}K_{40-60}$, после сахарной свеклы $N_{80}P_{60}K_{60}$ и после подсолнечника $N_{100-150}P_{60}K_{60}$. Во второй ротации зернопропашного и зернотравяно-пропашного севооборота они были больше, чем в первой на 6,4-36,7, а в третьей на 16,3-38,8% (В.Г. Минеев, 2017).

Многочисленные опыты научно-исследовательских учреждений разных зон страны показывают, что при внесении доз навоза 18-20 т/га и минеральных

удобрений в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайность повышалась в среднем на 0,50-1,20 т/га. При более высоком уровне агротехники с совершенствованием системы удобрения увеличение урожайности достигает 1,0-2,0 т/га (С.Х. Дзанагов, 2020).

1.3 Использование органоминеральных удобрений и микроудобрений на озимой пшенице

Стимулирование собственного иммунитета растений (фитоиммунокоррекция), дает возможность повышать устойчивость растительного организма к многочисленным патогенам различного происхождения, а также к неблагоприятным факторам окружающей среды (У.Ткалич, 2016).

Требования сбалансированного питания сельскохозяйственных культур для достижения максимальных урожаев возможно только при строгом соблюдении научно-обоснованного подхода к внесению удобрений (А.В. Долбилин, А.В. Лянденбургская, 2016).

В основе жизнедеятельности всех живых организмов лежат биологически активные вещества, влияющие на скорость течения химических реакций. Микроэлементы являются составными частями физиологически активных веществ, в том числе, ферментов (Д.В. Дубовик, 2009; В.И. Костин, Ф.А. Мударисов, А.И. Семашкина, 2017).

Микроэлементы - это составная часть биологически активных веществ, выполняющих в растительном организме роль катализаторов биохимических реакций (Т.А. Сорока, В.Б. Щукин, Н.В.Ильясова, 2017).

Изучение действия микроэлементов на продуктивность основных культур, по данным ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, доказало их эффективность в различных регионах Российской Федерации (А.Н. Аристархов, Н.Н. Бушуев, К.Г. Сафонова, 2012).

Эффективность включения различных микроэлементов, таких как медь, бор, цинк, марганец и другие, в системы удобрения различных культур ежегодно возрастает. Это обусловлено тем, что увеличением урожайности увеличивается вынос из почвы этих микроэлементов, а также практически отсутствует внесение органических удобрений, которые являются основным источником пополнения почвенных запасов микроэлементов. МЭ увеличивают скорость течения обмена веществ в растениях, что способствует повышению урожайности и технологических свойств выращиваемых культур. Все микроэлементы в равной степени используются растениями. Отсутствие или дефицит хотя бы одного микроэлемента в питании растений приводит к невозможности нормального развития в вегетационный период (В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов, 2018).

На песчаных почвах культурные растения испытывают дефицит магния, на торфянистых – молибдена, на черноземных – марганца и т.д. Дефицит микроэлементов должен быть устранен за счет применения удобрений (А.Н. Есаулко, 2016).

Установлено, что наряду с увеличением урожайности, микроэлементные удобрения способствуют улучшению технологических свойств продукции (D. Sarcar et al., 2007; E.V. Zheryakov et al., 2018).

Как показывают различные полевые опыты, выполненные в нашей стране и за рубежом, наиболее рациональным способом внесения микроудобрений являются некорневые подкормки. Подкормки микроэлементами проводятся, когда растения ощущают в них максимальную потребность (О.В. Галкина, 2022; А. Л. Тарасов A. Radkowski et al., 2017; F. Fahrurrozi et al., 2019; C. Marchezan et al., 2020).

В аграрном секторе широко применяются различные агрохимикаты, в состав которых входят микроэлементы. Они могут быть представлены неорганическими солями металлов, солями гуминовых и фульвокислот, капсули-

рованными минеральными солями, а также микроэлементами в форме хелатов (Ю.В. Евтефеев, Г.М. Казанцев, 2013; Сандухадзе, Б.И., 2007).

Содержание микроэлементов в растениях варьирует в очень широких пределах. Уровень содержания одного и того же микроэлемента в разных культурах часто различается во много раз или даже на 2-3 порядка. В разных органах растения оно также может существенно отличаться. Концентрация микроэлементов значительно изменяется в зависимости от стадии развития растения, почвенных, климатических, погодных условий, соотношений с другими элементами питания и ещё целого ряда факторов (Е.В. Агафонов, 2012).

Микроэлементы способствуют оптимальному течению физиологических процессов в растениях. Это увеличивает урожайность зерна и его качество. Медь и боросодержащие удобрения необходимо использовать на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, а марганцевые и цинковые – на черноземных и каштановых (В.В. Коломейченко, 2007).

Регуляторы роста растений могут влиять на свойства растений в пределах нормы реакции генотипа. Поэтому они должны входить в системы удобрения каждой культуры. Современное земледелие нельзя представить без использования экологически безопасных стимуляторов роста растений (А.Х. Шеуджен и др., 2010; И. Х. Вафин. 2023).

Исследования по эффективности макро-, микроудобрений и регуляторов роста с озимой пшеницей проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на опытном поле «Гушково» Белорусской ГСХА. Доказана высокая эффективность некорневого применения на озимой пшенице медьсодержащих микроудобрений. Также высокую эффективность показал при выращивании озимой пшенице агрохимикат Фитовитал. Максимальная урожайность зерна озимой пшеницы (74,5 ц/га) получена при сочетании 30 т/га навоза + $N_{20}P_{64}K_{140}+N_{70}+N_{40}+ N_{40}$. Применение жидких удобрений Адоб Медь, Эколист Зерновые, МикроСил-Медь Л и МикроСтим-Медь Л в некорневую подкормку увеличивали урожайность зерна культуры на фоне $N_{20}P_{64}K_{140}+ N_{70} + N_{40} + N_{40}$ на

6,7, 8,3, 11,0 и 10,2 ц/га, а обработка посевов регуляторами роста Экосил и Фитовитал – на 4,0 и 10,0 ц/га. Наиболее чистый доход (505,9 \$/га) был у озимой пшеницы в варианте с внесением 30 т/га навоза + $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70} + N_{40} + N_{40}$, а рентабельность (124,5–126,9%) – при некорневых подкормках Микро Сил-Медь Л и Микро Стим-Медь Л на фоне $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70} + N_{40} + N_{40}$ (И.Р. Вильфдлуш, О.И. Мишура, С.Р. Чуйко, 2018; Н. И. Мамсиров, 2021).

В исследованиях, выполненных в Оренбургском ГАУ (2009–2014 гг.), установили эффективность применения агрохимиктов Рибав-Экстра и Иммуноцитифит, а также гуминового удобрения Росток, на урожайность и технологические свойства зерна озимой пшеницы сорта Оренбургская 105. Обработку вегетирующих растений проводили в фазы выхода в трубку и колошение. Почва района проведения исследований была представлена чернозёмом южным. Дозы изучаемых агрохимикатов составляли для Рибав-Экстра – 1,0 мл/га, Иммуноцитифита – 0,5 г/га и Росток – 200,0 мл/га. Доказано, что некорневое применение этих препаратов увеличивало урожайность озимой пшеницы. Их применение целесообразно осуществлять в фазу выхода в трубку смеси удобрения на основе гуминовых кислот Росток (200 мл на 1 га) с препаратом Рибав-Экстра (1 мл на 1 га). Прибавка урожайности составила 0,28 т/га или в 17,5%. Этот вариант обеспечил увеличение содержания клейковины в урожае зерна в среднем за годы исследования на 2,2% (Т.А. Сорока, В.Б. Щукин, Н.В. Ильясова, 2017).

Для изучения эффективности применения регуляторов роста растений Вымпел и Агат-25К проведены полевые опыты в 2007-2010 гг. в ФГБУН НИИСХ Крыма. Применение Вымпел, Агат-25К и их смесей с химическим протравителем Дивиденд Стар обеспечивало прибавку урожайности на 10,8 и 13,4%. Прибыль с 1 га достигала 957-1206 руб./га (А.В. Приходько, Е.В. Ремесло, 2017).

В исследованиях, проведенных на черноземе типичном мощном тяжело-суглинистом в стационарном полевом опыте Курского НИИ агропромышленного производства, использовали регулятор роста растений Витазим для обра-

ботки семян и посевов озимой пшеницы. За счет трехкратной обработки посевов озимой пшеницы регулятором роста Витазим отмечено повышение уровня урожайности зерна на 0,79 т/га или на 17,6% (на контроле 4,41 т/га). Содержание клейковины в зерне повышалось на 0,4-1,8% (И.Я. Пигарев, А.А. Тарасов, С.А. Тарасов, 2016).

В Воронежской области (2007 г.) на озимой пшенице применение Силиплант в дозе 0,03-0,06л/т+0,3-0,6л/га в фазу кущения увеличивало урожайность на 0,40 т/га (контроль - 4,92 т/га), (В.В. Вакуленко, 2015).

В зоне недостаточного увлажнения в условиях Ставропольского края, использование КЖОУ Полидон Агро, который представляет органоминеральный комплекс, в период осеннего кущения пшеницы увеличивало зимостойкость растений. Полидон Амино NPK применяли некорневым способом в дозе 0,5 л/га и Полидон Амино Плюс - в дозе 0,3 л/га. Установлено, что урожайность зерна пшеницы возрастала на 0,3-0,8 т/га в зависимости вида удобрений и погодно-климатических условий (О.В. Семенюк, 2019).

При проведении полевых опытов в 2017–2018 гг. на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» установлено, что применение агрохимиката Агримитин увеличивает урожайность культуры на 0,18–0,25 т/га, а рентабельности – до 181,7–205,3% (А.С. Попов и др., 2019).

На черноземе обыкновенном в условиях юго-востока ЦЧЗ наибольшее увеличение зерна получено от применения Акварина-5 по сортам Черноземка 115 и Крастал. Его применение по фону минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ повысило урожайность на 0,75-0,90 т/га в зависимости от сорта. Применение органоминерального удобрения растительного происхождения S.PROGEN growth на сорте Черноземка 115 дало прибавку зерна 0,65 т/га, на сорте Красталл - 0,88 т/га. Использование агропрепаратов Аквадон микро и Гуми-20 М богатый обеспечили самое высокое повышение продуктивности. На данных вариантах увеличение урожайности составило 0,63-0,85 т/га и 0,61-0,74

т/га и зависело также от сорта пшеницы (Л.А. Пискарева, Е.Г. Бочарникова, 2018).

Полевые исследования органоминерального удобрения Арксойл в препаративной форме ККР и КНЭ осуществляли в 2016-2017 гг. при выращивании озимой пшеницы сорта Гром в Краснодарском крае. Почва опытного поля ВНИИБЗР представлена выщелоченным сверхмощным черноземом. Использование Арксойла КНЭ и ККР увеличивало прибавку урожайности по сравнению с контрольным вариантом (без обработки) на 1,12 и 1,25 т/га. Также после обработки семенного материала зафиксировано увеличение полевой всхожести до 88,7% от действия Арксойл КНЭ (140 г/т) и до 87,3% от применения для Арксойл ККР (100 мл/т), (М.Г. Жариков, А.Х. Кочкаров, 2018).

В условиях Республики Калмыкия на светло-каштановых почвах с солонцами изучалось действие Эдагум СМ на продуктивность сортов озимой пшеницы Яшкулянка и Булгун по предшественнику люцерны. Урожайность зерна пшеницы сорта Булгун составила 2,96 т/га, что превосходит контрольный вариант на 34,4%. Продуктивность сорта Яшкулянка увеличилась 2,90 т/га при урожайности на контроле 2,24 т/га (Ч.С. Манжеев, 2018).

В условиях Ставропольского края применение агрохимикатов ростостимулирующего действия способствовало увеличению урожайности на 0,43-1,15 т/га. При этом возрастали технологические показатели зерна, характеризующиеся в увеличении количества клейковины на 0,8-3,0%. Экономическая оценка применения агрохимикатов показала, что их использование способствовало увеличению прибыли с 1 га при выращивании озимой пшеницы. Оптимальные результаты получены на вариантах применения Райкат Старт (о/с) и Атланте Плюс (VIII) – увеличение составило 8660 руб./га, Райкат Старт (о/с) - на 7631 руб./га и Райкат Старт (о/с) в сочетании с Аминокат 10% (IV), Атланте Плюс (VIII), Нутривант зерновой (X) – на 11522 руб./га (Т.В. Симатин, Л.Р. Оганян, Ф.В. Ерошенко, 2019).

Изучение эффективности удобрения на основе гуминовых кислот (гумата «Здоровый урожай») и биологических препаратов Ризоагрина и Флавобактерина на урожайность озимой мягкой пшеницы проводили в условиях Саратовской области. Прибавка урожайности зерна составила 0,51 т/га при продуктивности на контроле 2,99 т/га от действия гумата и Флавобактерина (Л.И. Чекмарева, Н.К. Нестерова, 2018).

Сотрудниками ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова выполнен анализ действия микроудобрений на продуктивность, учитывая возможность их трёхкратного внесения в системе удобрения (внутрипочвенно, некорневым способом и для обработки семян) в различных почвенно-климатических зонах. Доказана высокая эффективность использования боросодержащих удобрений под пшеницу во всех зонах. Увеличение урожайности зерна достигало относительно NPK до 1,3-3,6 ц/га. Борные удобрения также обеспечивали увеличение технологических показателей зерна при их применении в почву. Молибденовые удобрения способствовали повышению урожайности и технологических свойств зерна пшеницы. Прибавки урожайности достигали 2,8-4,1 ц/га, увеличение белковости - 0,5-2,4%, клейковины – 1,5-4,5%. Цинковые удобрения обеспечивали прибавку урожайности зерна, равную 1,8-3,0 ц/га. Основным и более эффективным способом во всех зонах являлось их внесение внутрипочвенно. Медьсодержащие удобрения более эффективны на озимой пшенице (увеличение составляло 0,15-0,46 т/га), чем под яровые (0,07-0,28 т/га). Марганцевые удобрения также способствовали дополнительному увеличению урожайности зерна пшеницы при основном внесении и при обработке семян (1,3-4,5 ц/га), некорневые подкормки уступают им (1,1-2,4 ц/га), (А.Н. Аристархов, Н.Н. Бушуев, К.Г. Сафонова, 2012).

По данным А.С. Самотенко в среднем за 2007-2009 гг. на чернозёме обыкновенном урожайность зерна под действием медьсодержащих удобрений составила 17,9%, марганцевых - 15,2%, молибденовых - 14,7%, борных - 11% и цинковых - 10%. Серосодержащие удобрения повышали урожайность зерна на

16,1%. На содержание клейковины наибольшее положительное влияние оказали микроэлементы медь, бор, цинк, марганец, а наименьшее – молибден (Д.А. Манашов, 2015).

Применение микроудобрения Аквадон-Микро в Курской области на посевах озимой пшеницы показало высокую эффективность трехкратной обработки (опрыскивание семян и растений в фазы весеннего кущения и выхода в трубку). Затраты на внесение микроудобрения составили 462 руб./га, прибавка урожайности в среднем за 2 года 0,72 т/га, при стоимости реализации пшеницы 5 руб./кг, экономическая эффективность – 3600 руб./га (А.И. Осипов, Д.Ф. Суворов, Е.С. Шкрабак, 2013).

Использование Зеребры Агро в дозе 100 мл/тонну семян и 100 мл/га для некорневого опрыскивания в период вегетации подсолнечника в условиях Краснодарского края обеспечивало формирование достоверной прибавки урожайности 0,32 т/га урожайности на контроле 2,52 т/га (О.А. Шаповал, И.П. Можарова, Ю.А. Крутяков, 2017).

Высокая эффективность хелатных микроэлементов (ЖУСС) при разных способах их использования отмечена в исследованиях, проведенных во многих областях Российской Федерации. В Ростовской области получены результаты по эффективности применения удобрений некорневым способом при выращивании озимой пшеницы 0,15% рабочими растворами ЖУСС-1 и ЖУСС-2. При этом увеличение урожайности зерна достигало 0,53 и 0,61 т/га при продуктивности на контроле – 5,12 т/га (Э.Ш. Закиров и др., 2014; А.И. Грабовец, 2018).

Таким образом, применение органоминеральных удобрений, регуляторов роста и микроудобрений, особенно на фоне применения минеральных удобрений, способствует существенному росту урожайности сельскохозяйственных культур. Большинство исследователей отмечает повышение качества продукции полевых культур в различных почвенно-климатических районах нашей страны. Но данных о влиянии органоминеральных удобрений, сочетающих в себе функции стимуляторов роста и микроудобрений, на урожайность и техно-

логические показатели зерна озимой пшеницы для условий Ростовской области в научной литературе недостаточно.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика почвы

Почва Каменского района Ростовской области представлены чернозёмами южными по классификации 1977 года. Эти почвы описаны Е.В. Агафоновым и Е.В. Полуэктовым (1999) и О.С. Безугловой (2008). Данные почвы образовались под типчаково-ковыльной растительностью. Они широко распространены на западе пониженной равнины, затем переходящих в повышенные равнины. Почвообразование протекало на лёссах и лёссовидных породах, на бурых и красно-бурых тяжелых суглинках, содержащих до 5% карбонатов и легкорастворимые соли.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A — гумусовый горизонт мощностью 20-30 см, темно-серый с коричневатым оттенком; структура зернистая, при распашке — комковато-пылеватая. Вскипание начинается на нижней границе горизонта, но часто пахотные почвы уже вскипают с самой;

AB — переходный гумусовый горизонт мощностью 30-40 см, буровато-темно-серый, зернисто-комковатой или ореховато-комковатой структуры. Мощность гумусовых горизонтов изменяется от 25-30 до 60-70 см, в отдельных случаях - до 100 см;

B_к — представляет собой переходный горизонт, ореховато-призматической структуры, уплотнен; выделения карбонатов в виде псевдомицелия, в нижней части в виде белоглазки;

BC_к — иллювиально-карбонатный горизонт, буровато-палевый, призматической структуры, уплотнен, с обильными выделениями карбонатов в форме белоглазки;

C_к — слабо измененная или не измененная почвообразованием материнская порода, карбонатная, палевого цвета, призматической структуры;

C_c — материнская порода, содержащая с глубины 150-200 см выделения гипса в виде мучнисто-кристаллических жилок, скоплений и друз; в этом же горизонте на глубине 200-300 см могут содержаться легкорастворимые соли.

Содержание гумуса достигает 1,6-2,0%, изменении его содержания с глубиной постепенное. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, прочно связанные с кальцием, отношение $C_g : C_f > 1,5$. Емкость поглощения высокая (35-45 мг-экв на 100 г почвы). Реакция среды в верхней части гумусового горизонта близка к нейтральной (рН 7,3-8,5), к низу подщелачивание усиливается. Распределение ила и валового химического состава по профилю почв характеризуется относительной однородностью.

В составе поглощенных оснований преобладают Ca^{2+} и Mg^{2+} , содержание их пахотном слое находилось в пределах – 35,1-41,6 мг-экв./100 г почвы.

Чернозём южный в слое почвы 0-20 см имеет очень низкую и низкую обеспеченность - подвижным фосфором – 5,7–15,2 мг/кг и высокую обменным калием - 421-510 мг/кг почвы по Мачигину.

В целом почва района проведения исследований по физико-химическим свойствам подходит для возделывания озимой пшеницы.

2.2 Климат и погодные условия в годы проведения исследований

Климат зоны проведения исследований – засушливый. В период активной вегетации полевых культур накапливается 3000-3200⁰С, безморозный период продолжается 165-175 дней. Среднемесячная температура июля, составляет в среднем 21-22⁰С. Зима холодная с наибольшим пиком в январе – 8-9⁰С, средний из абсолютных минимумов температуры воздуха на зиму - 25-30⁰С.

Лето на всей территории по тепловому режиму приблизительно одинаковое, и не особенно жаркое. Средняя температура его 22-25⁰С. Среднегодовое количество осадков находится в пределах 440-490 мм (приложение 1). Макси-

мальное количество осадков выпадает в июне, реже – июле, а наименьшее – в январе-марте. С мая по сентябрь очень часто выпадают осадки ливневого характера (А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим, Л.М. Онищенко, 2009).

В 2017-2018 сельскохозяйственном году осадков выпало больше средне-многолетней нормы на 106,1 мм, среднегодовая температура воздуха также превысила норму на 3,2⁰С (рисунок 1).

В осенне-зимний период количество выпавших осадков составило 241,1 мм, что превысило норму на 40,1 мм. В весенний период этого года выпадение осадков продолжилось. Среднемесячные нормы были превышены на 27,3 мм.

В июне и августе отмечен дефицит осадков. Но в июле зафиксировано обильное выпадение осадков. В целом за три летних месяца превышение средне-месячных норм составило 38,7 мм. Поэтому погодные условия 2017-2018 сельскохозяйственного года можно считать удовлетворительными для возделывания озимой пшеницы.

В 2018-2019 сельскохозяйственном году осадков выпало больше средне-многолетней нормы на 75,8 мм, среднегодовая температура воздуха – больше на 3,1⁰С.

В осенне-зимний период количество выпавших осадков составило 219,3 мм, что превысило норму на 18,3 мм. В весенний период обильное выпадение осадков продолжалось. Среднемесячные нормы оказались превышены на 65,7 мм.

В июне и августе отмечен дефицит осадков. В июле зафиксировано обильное выпадение осадков. В целом за три летних месяца недобор осадков составил 8,2 мм.

В целом погодные условия 2018-2019 сельскохозяйственного года были удовлетворительными для выращивания озимой пшеницы.

В осенние месяцы 2019-2020 сельскохозяйственного года отмечен существенный недобор осадков. Их количество было на 31,2 мм меньше, чем значения среднемноголетних норм. Недобор осадков в сентябре составил 13,мм.

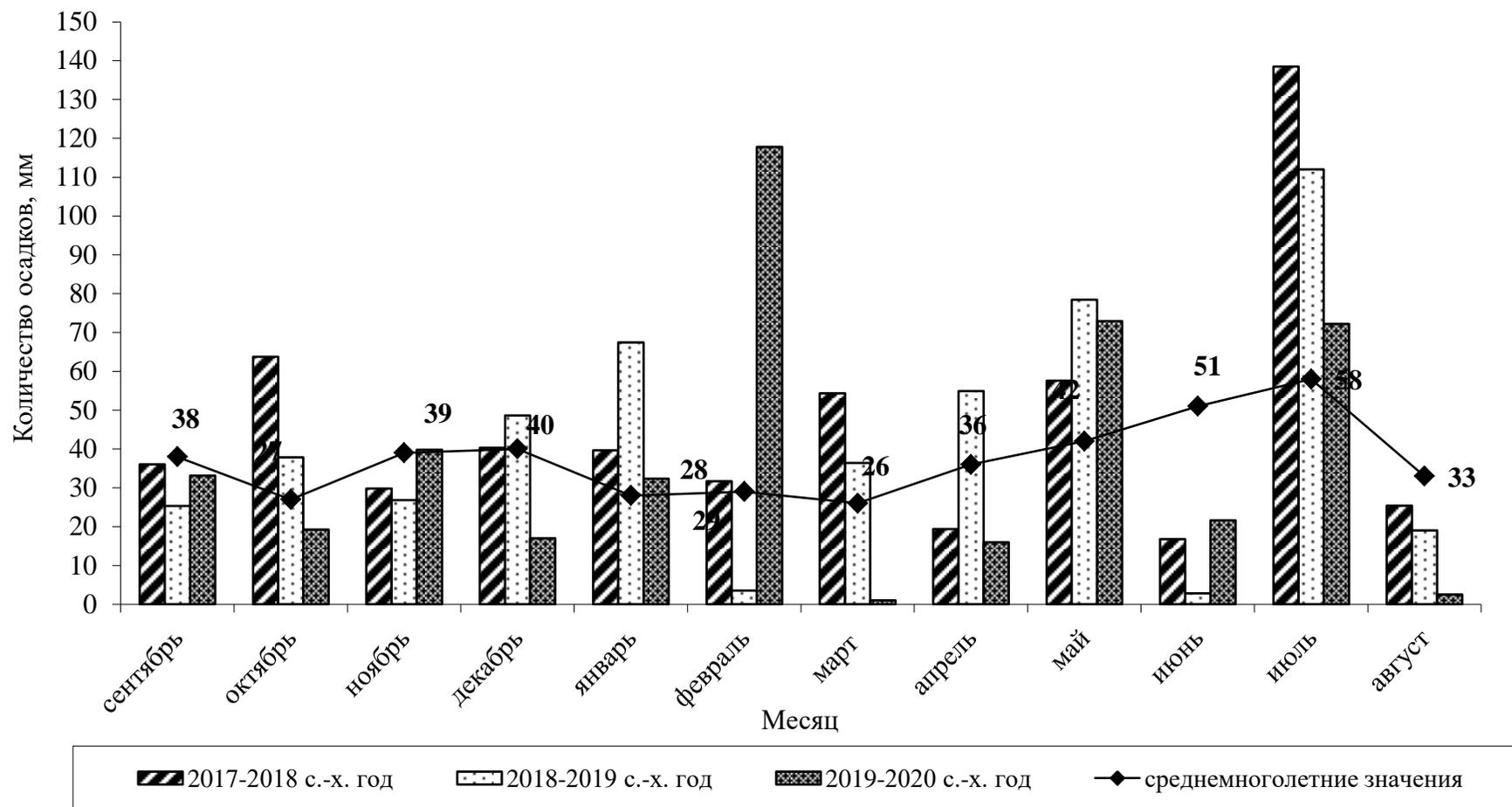


Рисунок 1 - Распределение осадков по данным метеостанции г. Каменск-Шахтинский

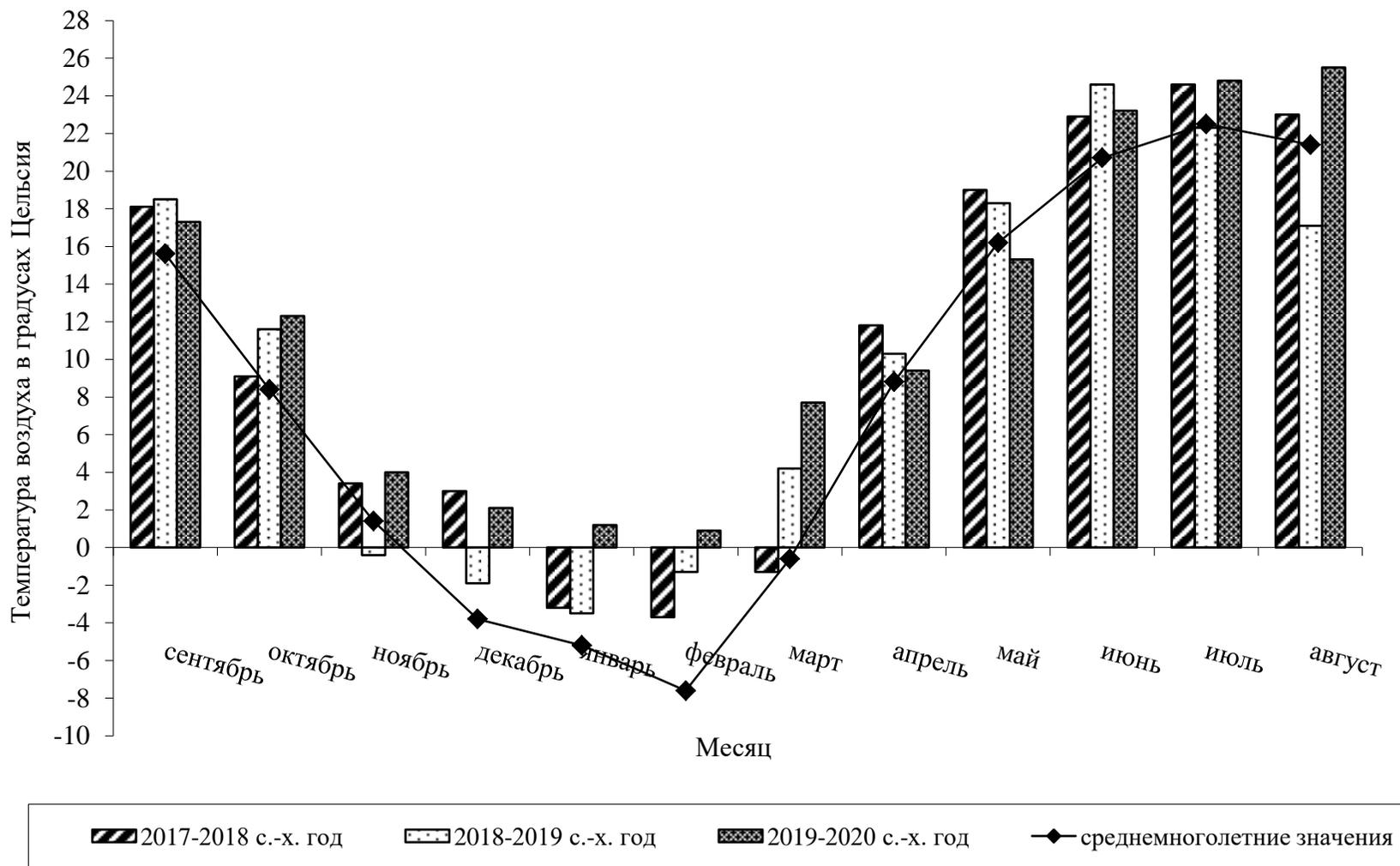


Рисунок 2 - Среднемесячная температура по данным метеостанции г. Каменск-Шахтинский

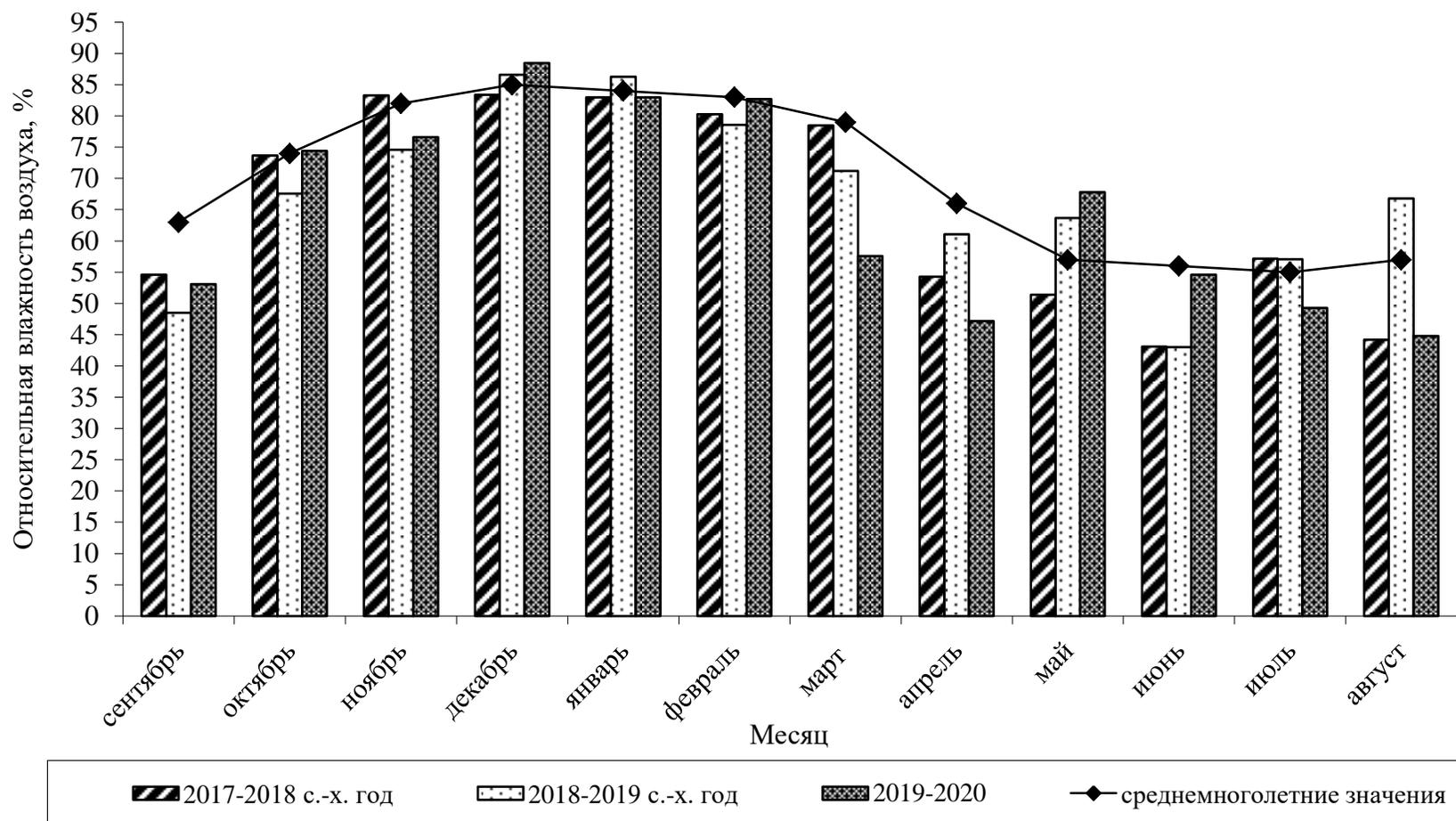


Рисунок 3 - Относительная влажность воздуха по данным метеостанции г. Каменск-Шахтинский

В первые зимние месяцы (декабрь и январь) отмечен существенный недостаток осадков, но в феврале их количество составило 117,8 мм. В сумме за зимние месяцы выпало 167,1 мм, что на 5,8 мм больше среднееголетних значений.

Весенние месяцы 2020 года зафиксирован существенный дефицит осадков. В марте их выпало лишь 1 мм. Обильным увлажнением отличался май месяц. Количество осадков превысило среднемесячные нормы на 16 мм.

В июне месяце отмечен существенный недостаток осадков. Их количество составило лишь 21,6 мм, что меньше среднееголетних норм на 38,2 мм. Обильные осадки, которые выпали в июле месяце и существенно улучшили ситуацию. В августе зафиксирован существенный дефицит осадков.

Таким образом, наиболее неблагоприятные погодные условия сложились при выращивании озимой пшеницы в 2019-2020 с.-х. году, более благоприятные условия в первые два года проведения полевых опытов.

2.3 Методика исследований

Полевые опыты были проведены 2017-2020 гг. в условиях ФГУП «Каменское» Каменского района Ростовской области. Объектом исследований был районированный сорт озимой пшеницы Донэко. Повторность опыта – трёхкратная, размещение вариантов - рендомезированное. Общая площадь делянки 56 м² (5,6 м * 10 м), учетная – 32 м². Агротехника – общепринятая для зоны возделывания. Предшественник озимой пшеницы – кукуруза на зерно. Закладка опытов, проведение наблюдений и учётов в течение вегетации осуществляли согласно методикам опытов с удобрениями (С.В. Щерба, Ф.А. Юдин, 1975; Ф.А. Юдин, 1980).

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 (монока-

лийфосфат), (0-52-34). Схема опыта представлена в таблице 1.

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 кушение	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)

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;

Для определения продуктивной влаги в почве производили отбор почвенных образцов в следующие сроки: перед посевом, весеннее кущение, колошение и полную спелость (уборка). 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.

Объектом исследований был районированный сорт озимой пшеницы Донэко. Оригинатор: Селекция - ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (Ростовская область). Год включения в реестр: 2010. Родословная: Тарасовская 87 х (Martonvasari 12 х Тарасовская 87). Включен в Госреестр по Северо-Кавказскому (6) и Нижневолжскому (8) регионам. Рекомендован для возделывания в Северо-западной зоне Ростовской области, Правобережной зоне Волгоградской области, расположенной на обыкновенных и южных черноземах, и Левобережной зоне - на каштановых и светло-каштановых почвах. Разновидность лютесценс. Куст прямостоячий - полупрямостоячий. Растение среднерослое. Восковой налет на верхнем междоузлии сильный, на колосе очень слабый - слабый, на влагалище флагового листа слабый. Колос цилиндрический, средней плотности, белый, средней длины. Остевидные отростки на конце колоса короткие - средней длины. Опушение верхушечного сегмента оси колоса с выпуклой стороны отсутствует или очень слабое. Плечо закругленное, средней ширины - широкое. Зубец слегка изогнутый, очень короткий - короткий. Нижняя колосковая чешуя на внутренней стороне имеет очень слабое опушение. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 38-52 г.

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.

Софт Гард. Жидкий иммуностимулятор на основе экстракта морских водорослей, аминокислот и хитозана. Состав (г/литр): аминокислоты 10, олигосахариды (хитозан) 20, экстракт морских 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. Органоминеральное удобрение на основе морских водорослей. 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.

Водорастворимое минеральное удобрение: Дабл Вин МКР (монокалий-фосфат), (0-52-34).

Исследования проводятся полевым и лабораторным методам с использованием следующих методик: отбор проб почвы - ГОСТ 28168-89; общие требова-

ния 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 134964-84; экономическая эффективность – по Н.Н. Баранову (1966); математическая обработка полученных результатов путем дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием ПК.

3 СОДЕРЖАНИЕ И ДИНАМИКА В ПОЧВЕ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ И ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

3.1 Динамика продуктивной влаги в почве под озимой пшеницей

Перед севом пшеницы в 2017 году запас почвенной влаги в метровом слое составил лишь 8,0 мм (рисунок 4). Верхний слой почвы 0-20 см был полностью иссушен. Посев озимой пшеницы был проведён в сухую почву.

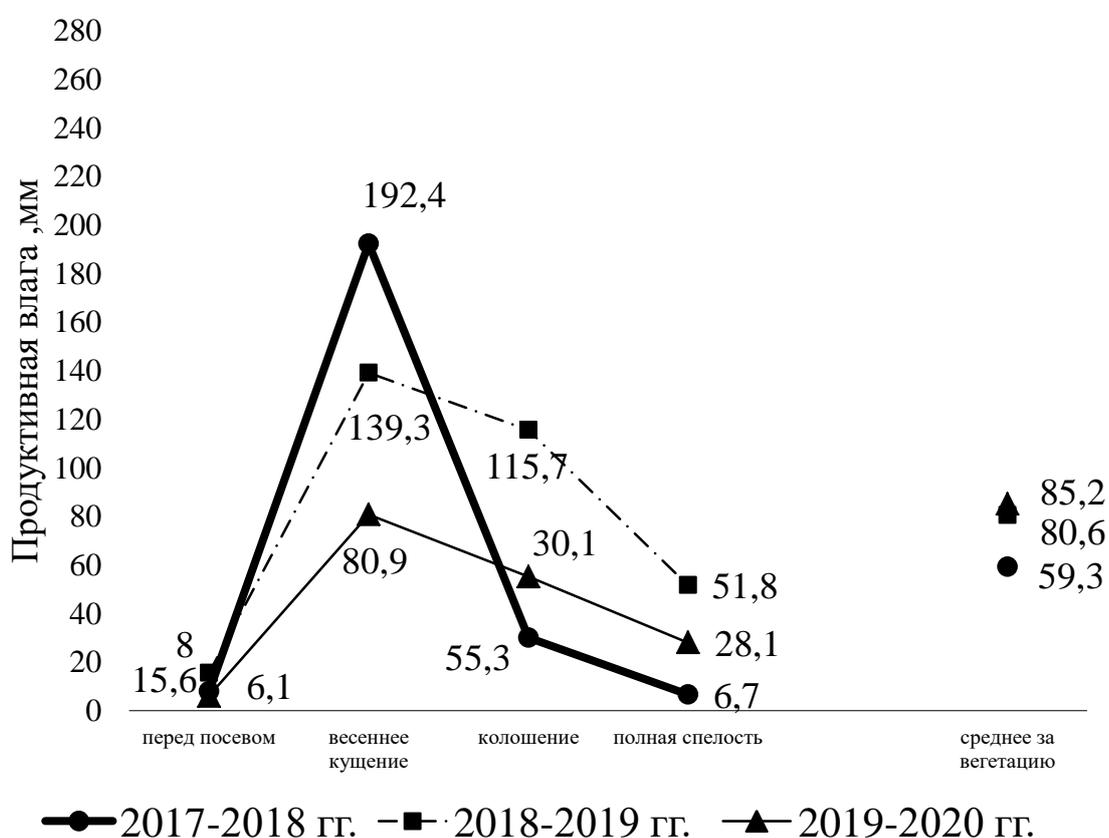


Рисунок 4 – Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под озимой пшеницей, мм

В фазу весеннего кущения содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы повысилось и составило 192,4 мм. В период вегетации пшеницы в почве происходило уменьшение запаса доступной влаги в почве. К фазе колошения в слое почвы 0-100 см из-за дефицита осадков её содержалось лишь 30,1

мм, то есть запас уменьшился в 6,4 раза по сравнению с количеством при отборе в фазу весеннего кущения. В слое почвы 0-60 см запас продуктивной влаги составил лишь 15,9 мм. В фазу полной спелости и уборки зерна пшеницы запасы влаги в почве существенно снизились. В слое почвы 0-60 см содержалось лишь 4,1 мм влаги, что объясняется поглощением почвенной влаги растениями и значительным дефицитом осадков на завершающем этапе вегетации культуры.

Условия влагообеспеченности почвы в 2017-2018 сельскохозяйственном году являлись неудовлетворительными в начальный период вегетации озимой пшеницы. Обильное выпадение осадков в весенние месяцы существенно повысили условия влагообеспеченности растений пшеницы, но полностью устранить негативное влияние засухи на урожайность культуры они не смогли, что отрицательно отразилось на её продуктивности.

В предпосевной период озимой пшеницы в 2018 году содержание доступной влаги в метровом слое почвы составило лишь 15,6 мм. В верхнем слое почвы 0-20 см содержалось лишь 3,2 мм. Этого было недостаточно для появления равномерных всходов.

В фазу весеннее кущение запас продуктивной влаги в метровом слое почвы существенно повысился и составил 139,3 мм. В течение вегетации пшеницы в почве происходило снижение доступной влаги в почве. В фазу колошение в метровом слое почвы её содержалось 115,7 мм. В слое почвы 0-60 см запас продуктивной влаги составил 65,1 мм. К моменту проведения уборки пшеницы запасы продуктивной влаги в почве резко снизились. В верхнем слое почвы 0-60 см содержалось лишь 7,8 мм влаги.

Условия влагообеспеченности почвы в 2018-2019 сельскохозяйственном году были неудовлетворительными на первом этапе вегетации пшеницы. Обильное выпадение осадков в весенние месяцы существенно повысили условия влагообеспеченности растений озимой пшеницы, но полностью устранить

негативное влияние осенней засухи на урожайность пшеницы они не смогли, что отрицательно отразилось на продуктивности культуры.

Осенью 2019 года посев озимой пшеницы был проведён в сухую почву, как и предыдущие годы. В метровом слое почвы содержалось лишь 6,1 мм запасов продуктивной влаги. Бесснежная зима и дефицит осадков не способствовали существенному пополнению запасов продуктивной влаги к возобновлению весенней вегетации озимой пшеницы.

В фазу весеннее кущение запас продуктивной влаги в метровом слое почвы составил лишь 80,9 мм. Данный запас продуктивной влаги оценивается как очень низкий. Недобор осадков отмечен в течение всей вегетации озимой пшеницы вплоть до проведения уборки. Поэтому обеспеченность почвы продуктивной влагой постоянно снижалась.

3.2 Динамика элементов питания в почве под озимой пшеницей

Перед севом пшеницы по предшественнику кукуруза на зерно в 2017 году запас минерального азота в почве составил в слое 0-60 см 53,8 кг/га. К фазе весеннего кущения количество $N_{\text{мин}}$ в почве уменьшилось на контрольном варианте на 16,5 кг/га и достигло 37,3 кг/га (таблица 2).

В течение вегетации пшеницы на контрольном варианте отмечено равномерное уменьшение количества минерального азота в почве. Это объясняется поглощением $N_{\text{мин}}$ растениями на формирование вегетативной массы и зерна пшеницы.

Применение азотной подкормки в дозе 40 кг/га д.в. по мерзло-талой почве на фоне припосевного применения полного минерального удобрения в дозе 32 кг/га увеличивало количество минерального азота в почве в слое 0-60 см в фазу весеннее кущение пшеницы по сравнению с контрольным вариантом на 50,0 кг/га.

Таблица 2 – Динамика запасов минерального азота в 2018 году в слое почвы 0-60 см, кг/га

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
37,3	11,3	5,3	18,0
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
87,3	41,3	11,3	46,6
фон + Рутер (0,5 л/т)			
87,6	31,2	8,8	42,5
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
88,1	31,0	11,0	43,4
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
88,9	30,1	11,3	43,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
88,2	25,4	9,1	40,9
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
89,6	25,6	9,5	41,6
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
88,3	21,5	7,0	38,9
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
87,5	26,5	9,0	41,0
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
89,2	28,1	10,2	42,5
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
86,2	29,4	9,3	41,6
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
87,3	28,1	8,6	41,3
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
86,6	26,2	10,3	41,1
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
89,2	30,2	8,2	42,5
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
87,2	33,3	13,5	44,7
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
88,6	31,1	15,1	44,9
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
87,4	28,2	13,7	43,1
НСР ₀₅			
4,3	2,6	0,9	2,8

В течение вегетации озимой пшеницы на варианте с применением минеральных удобрений происходило равномерное уменьшение количества минерального азота в почве и к фазе полной спелости его содержание существенно снизилось.

Использование органоминеральных удобрений для обработки семян пшеницы в предпосевной период обеспечивало более интенсивное потребление минерального азота из почвы растениями в среднем за период весенней вегетации (весеннее кущение-полная спелость). Математически достоверное снижение количества $N_{\text{мин}}$ составило на этих вариантах 3,2-4,1 кг по сравнению с фоном минеральных удобрений. Максимальное уменьшение зафиксировано на варианте с применением удобрения Рутер (0,5 л/т) для обработки семян перед посевом.

Использование органоминеральных удобрений некорневым способом в течение вегетации озимой пшеницы на фоне минеральных удобрений и предпосевной обработки семян обеспечивало увеличение потребления минерального азота в почве. Но статистически достоверное снижение в среднем за период весенней вегетации зафиксировано лишь на варианте с применением удобрений Гумифул Про и Софт Гард на фоне обработки семян Рутер (0,5 л/т), которое по сравнению с вариантом, на котором применялась только предпосевная обработка семян составило 3,6 кг/га или 8,5%. При некорневом использовании этих удобрений без применения предпосевной обработки снижение к фону минеральных удобрений составило 3,5 кг/га или 7,5%.

К моменту проведения уборки в 2018 году запас минерального азота в почве был минимальным и составил на контрольном варианте (без применения удобрений) 5,3 кг/га, а на вариантах с применением удобрений – 7,0-11,3 кг/га.

В предпосевной период пшеницы в слое почвы 0-60 см в 2018 году запас минерального азота составил 70,1 кг/га (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика запасов минерального азота в 2019 году в слое почвы 0-60 см, кг/га

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
55,4	43,2	15,6	38,1
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
110,1	66,2	25,6	67,3
фон + Рутер (0,5 л/т)			
106,0	60,1	22,1	62,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
106,0	61,1	20,1	62,4
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
105,5	61,2	22,4	63,0
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
104,9	50,4	18,1	57,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
105,2	51,1	19,2	58,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
104,4	53,0	20,1	59,2
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
103,1	54,1	20,1	59,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
104,2	53,2	19,2	58,9
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
103,5	53,0	19,0	58,5
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
104,4	51,4	19,2	58,3
фон 1+ Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
105,1	53,8	18,2	59,0
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
107,4	60,2	22,9	60,2
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
108,2	59,9	23,1	63,7
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
105,2	60,2	20,1	61,8
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
107,3	58,2	19,4	61,6
НСР ₀₅			
4,1	2,9	1,5	3,5

К фазе весеннее кущение озимой пшеницы содержание $N_{\text{мин}}$ на контрольном варианте без применения минеральных удобрений уменьшилось на 14,7 кг/га, что, безусловно, обусловлено его поглощением растениями.

Интенсивное выпадение осадков во второй половине вегетации озимой пшеницы обеспечивало не только пополнение запасов почвенной влаги в почве, но и увеличение интенсивности нитрификационных процессов. Поэтому на контрольном варианте в фазу колошение пшеницы в 2019 году содержание минерального азота в слое почвы 0-60 см составило 43,2 кг/га, что в 3,8 раза больше, чем в 2018 году в эту же фазу.

К фазе полной спелости запас минерального азота в слое почвы 0-60 см на контрольном варианте в 2019 году снижался по сравнению с содержанием в фазу колошение, что, безусловно, связано с его потреблением растениями озимой пшеницы.

Применение органоминеральных удобрений для предпосевной обработки семян пшеницы оказывало существенное влияние на развитие растений, что выражалось в более интенсивном поглощении минерального азота почвы по сравнению с вариантом с фоном минеральных удобрений. Статистически достоверное уменьшение количество минерального азота в слое почвы 0-60 см зафиксировано, как в фазу весеннего кущения, так и в среднем за весенний период вегетации (весеннее кущение-полная спелость).

Существенного влияния на этот показатель во влиянии сочетаний видов и доз органоминеральных удобрений в этот год полевых опытов не выявлено. Уменьшение содержания минерального азота в среднем за весенне-летний период вегетации по сравнению с фоном минеральных удобрений составило 4,3-4,6 кг/га.

Применение органоминеральных удобрений некорневым способом в течение вегетации озимой пшеницы на фоне предпосевной обработки и использования минеральных удобрений в этот год полевых опытов обеспечивало интенсификацию поглощения почвенного азота растениями озимой пшеницы.

Математически достоверное снижение количества минерального азота в почве зафиксировано на всех вариантах опыта с применением органоминеральных удобрений по сравнению с вариантами, на которых была только проведена предпосевная обработка семян озимой пшеницы. Наибольшее снижение в среднем за период весенней вегетации зафиксировано на варианте с применением удобрений Гумифул Про и Софт Гард.

Наиболее низкая обеспеченность почвы в предпосевной период минеральным азотом отмечена в 2019 году в слое 0-60 см, которая составила 41,5 кг/га. Из-за дефицита влаги в осенний период течение аммонификационных и нитрификационных процессов в почве было замедленным, что обусловило формирование низкого запаса $N_{\text{мин}}$ на контрольном варианте.

В 2020 году наибольшее потребление минерального азота в почве растениями озимой пшеницы на контрольном варианте отмечено в межфазный период весеннее кущение-колошение (таблица 4). Вероятно, это снижение обусловлено не только потреблением минерального азота растениями, но и снижением нитрификационных процессов в почве вследствие дефицита влаги, особенно в верхнем слое почвы 0-20 см. К фазе полной спелости запасы почвенного минерального азота были практически полностью использованы растениями озимой пшеницы.

Применение азотных минеральных удобрений к фазе весеннего кущения в дозе 32 кг/га д.в. при посеве и 40 кг/га д.в. по тало-мерзлой почве увеличивало количество минерального азота в слое почвы 0-60 см по сравнению с контрольным вариантом (без применения удобрений) на 36,3 кг/га. В течение вегетации на варианте с применением комплексных удобрений динамика минерального азота была сходной с изменениями, зафиксированными на контрольном варианте (без удобрений).

Таблица 4 – Динамика запасов минерального азота в 2020 году в слое почвы 0-60 см, кг/га

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
32,7	5,6	1,1	13,1
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
69,0	15,3	1,5	28,6
фон + Рутер (0,5 л/т)			
65,1	10,3	2,1	25,8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
66,3	16,6	1,9	28,3
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
65,3	15,4	2,5	27,7
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
65,2	5,6	1,5	24,1
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
64,8	6,3	1,0	24,0
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
65,6	3,7	1,1	23,5
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
64,2	4,2	1,7	23,4
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
66,1	5,0	2,0	24,4
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
64,5	4,4	2,2	23,7
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
64,2	3,8	1,0	23,0
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
63,5	4,5	1,2	23,1
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
62,3	4,1	1,0	22,5
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
68,1	13,1	1,1	27,4
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
69,2	11,5	1,0	27,2
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
69,2	9,6	1,3	26,7
НСР ₀₅			
3,8	0,9	0,3	1,2

При применении органоминеральных минеральных удобрений для предпосевной обработки семян статистически достоверное снижение содержания минерального азота в слое почвы 0-60 см в фазу весеннего кущения за счёт потребления его растениями пшеницы отмечено лишь на варианте с использованием Рутер (0,5 л/т).

Использование органоминеральных удобрений для некорневого применения в течение вегетации озимой пшеницы способствовало увеличению поглощения $N_{\text{мин}}$ растениями на фоне внесения минеральных удобрений и предпосевной обработки семян органоминеральными удобрениями. Математически достоверное снижение в содержании минерального азота в среднем за весеннюю вегетацию (весеннее кущение-полная спелость) по сравнению с вариантами, на которых была проведена предпосевная обработка семян, достигнуто на всех вариантах опыта.

Максимальное снижение минерального азота отмечено на варианте с применением некорневым способом Гумифул Про и Софт Гард, но на фоне предпосевной обработки семян удобрениями Рутер (0,25 л/т) и Лейли (0,25 л/т). В среднем за вегетацию снижение составило по сравнению с вариантом, на котором применялась только предпосевная обработка семян 5,2 кг/га или 23,1%.

В среднем за 2018-2020 гг. перед посевом озимой пшеницы содержание минерального азота в слое почвы 0-60 см составило 55,1 кг/га. На контрольном варианте (без применения удобрений) к фазе весеннего кущения содержание $N_{\text{мин}}$ уменьшилось в слое почвы 0-60 см на 13,3 кг/га. От фазы весеннего кущения до полной спелости в почве происходило равномерное снижение количества минерального азота. В среднем за период весенне-летней вегетации обеспеченность в шестидесятисантиметровом слое почвы минеральным азотом составила 23,1 кг/га (таблица 5, рисунок 5).

Таблица 5 – Динамика запасов минерального азота в 2018-2020 гг. в слое почвы 0-60 см, кг/га

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
41,8	20,0	7,3	23,1
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
88,8	40,9	12,8	47,5
фон + Рутер (0,5 л/т)			
86,2	33,9	11,0	43,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
86,8	36,2	11,0	44,7
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
86,6	35,6	12,1	44,7
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
86,1	27,1	9,6	40,9
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
86,5	27,7	9,9	41,5
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
86,1	26,1	9,4	40,5
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
84,9	28,3	10,3	41,2
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
86,5	28,8	10,5	41,9
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
84,7	28,9	10,2	41,3
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
85,3	27,8	9,6	40,9
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
85,1	28,2	9,9	41,1
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
86,3	28,2	10,7	41,7
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
88,5	34,4	10,8	44,6
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
87,7	34,3	12,1	44,7
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
88,0	32,0	11,5	43,8
НСР ₀₅			
2,5	1,8	0,7	1,1

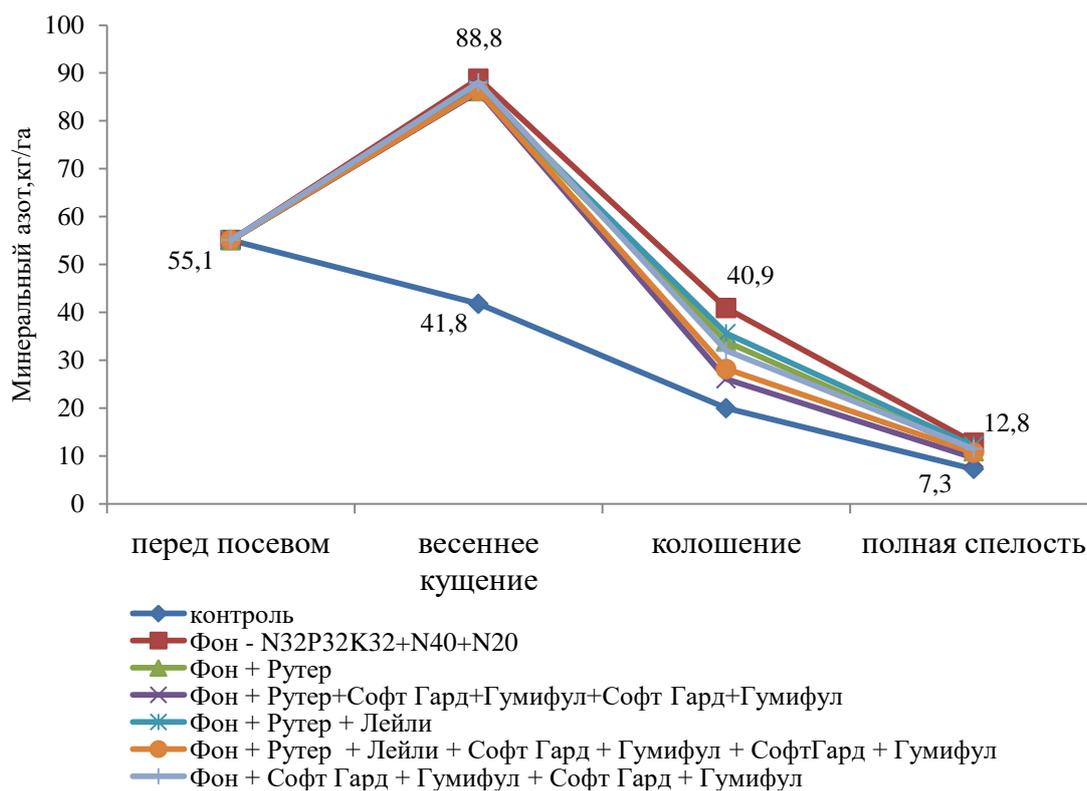


Рисунок 5 - Динамика запасов минерального азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2017-2020 гг., кг/га

В фазу весеннего кущения на вариантах с обработкой семян озимой пшеницы до посева математически достоверное снижение содержания минерального азота отмечено лишь на варианте с применением органоминерального удобрения Рутер (0,5 л/т), которое по сравнению с фоном минеральных удобрений составило 2,6 кг/га или 3,0%. В среднем за период вегетации (весеннее кущение - полная спелость) это снижение в содержании минерального азота было 3,8 кг/га или 8,7%.

Применение органоминеральных удобрений некорневым способом в течение весенне-летней вегетации обеспечивало интенсификацию поглощения растениями озимой пшеницы минерального азота из почвы. Наибольшее снижение минерального азота отмечено на вариантах с предпосевной обработкой семян озимой пшеницей 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 органоминеральных удобрений Софт Гард, Гумифул и Алга, кото-

рое по сравнению с фоном минеральных удобрений составило 6,6-7,0 кг/га или 13,9-14,7%, по сравнению с фонами с предпосевной обработкой семян органоминеральными удобрениями – 2,8-3,8 кг/га или 6,4-8,5%.

Динамика аммонийного и нитратного азота в составе минерального в годы проведения полевых опытов при выращивании озимой пшеницы была достаточно сходной и представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Запасы аммонийного и нитратного азота при выращивании озимой пшеницы, кг/га. Слой почвы 0-40 см

Срок отбора								
Весеннее кущение			Колошение			Полная спелость		
NH ₄	NO ₃	N _{мин.}	NH ₄	NO ₃	N _{мин.}	NH ₄	NO ₃	N _{мин.}
2018 г.								
контрольный вариант (без удобрений)								
18,2	19,1	37,3	1,1	10,2	11,3	0	5,3	5,3
фон 1 - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀								
36,2	51,1	87,3	2,6	38,7	41,3	0	11,3	11,3
фон 1 + Рутер (0,5 л/т)								
33,5	54,1	87,6	1,0	30,2	31,2	0	8,8	8,8
фон 1+Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул								
35,1	53,2	88,3	0,5	21,0	21,5	0	7,0	7,0
2019 г.								
контрольный вариант (без удобрений)								
16,4	39,0	55,4	1,0	42,2	43,2	0	15,6	15,6
фон 1 - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀								
56,3	53,8	110,1	1,1	65,1	66,2	0	25,6	25,6
фон 1 + Рутер (0,5 л/т)								
50,2	55,8	106,0	1,5	58,6	60,1	0	22,1	22,1
фон 1+Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул								
49,6	54,8	104,4	0,9	52,1	53,0	0	20,1	20,1
2020 г.								
контрольный вариант (без удобрений)								
11,4	21,3	32,7	0	5,6	5,6	0	1,1	1,1
фон 1 - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀								
25,6	43,4	69,0	0	15,3	15,3	0	1,5	1,5
фон 1 + Рутер (0,5 л/т)								
24,1	41,0	65,1	0	10,3	10,3	0	2,1	2,1
фон 1+Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул								
30,0	35,6	65,6	0	3,7	3,7	0	1,1	1,1

В предпосевной период озимой пшеницы после уборки предшественника в слое почвы 0-60 см минеральный азот был представлен его нитратной формой. От посева до фазы весеннего кушения количество аммонийного азота в почве увеличивалось как за счёт аммонификации на контрольном варианте, так и дополнительно из-за применения аммиачных удобрений на вариантах с пвнесением удобрений при посеве и с подкормкой тало-мерзлой почве.

К фазе колошение во все годы в почве происходило резкое снижение запасов аммонийного азота за счёт потребления его растениями озимой пшеницы и окислением до нитратной формы. В 2020 г. в фазу колошение аммонийный азот в почве уже отсутствовал, в 2018 и 2019 гг. его было не более 0,5-2,6 кг/га. В фазу полная спелость в 2018 и 2019 гг. запас N-NH₄ в почве был полностью исчерпан.

Перед посевом озимой пшеницы в 2017 году содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см составило 10,7 мг/кг почвы. Данное количество подвижного фосфора в почве по градации Мачигина относится к низкой степени обеспеченности (10-15 мг/кг почвы). К фазе весеннее кушение содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см увеличилось на 3,1 мг/кг (таблица 7). Это объясняется переходом труднорастворимых фосфатов в течение осенне-весеннего периода в доступные для растений формы (J. Nagik, 1996). От фазы весеннего кушения до созревания зерна пшеницы на контроле отмечено равномерное снижение количества подвижного фосфора в почве.

На вариантах с припосевным применением азофоски в дозе N₃₂P₃₂K₃₂ содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в фазу весеннего кушения было больше по сравнению с контрольным вариантом на 1,7 мг/кг почвы. В течение вегетации озимой пшеницы содержание подвижного фосфора в почве равномерно снижалось и в уборку соответствовало уровню контрольного варианта.

Таблица 7 – Динамика подвижного фосфора в 2018 году в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
13,8	12,3	11,9	12,7
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
15,5	14,1	12,5	14,0
фон + Рутер (0,5 л/т)			
15,0	13,3	12,1	13,5
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
15,2	13,3	12,2	13,6
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
15,5	13,4	12,9	13,9
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
15,1	13,0	12,1	13,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
14,9	13,4	12,2	13,5
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
15,5	13,1	12,1	13,6
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
15,5	13,5	12,5	13,8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
15,2	13,3	12,6	13,7
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
15,6	13,2	12,8	13,9
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
15,2	12,9	12,5	13,5
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
15,6	13,3	12,1	13,7
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
15,2	12,9	12,3	13,5
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
15,5	13,1	12,5	13,7
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
15,3	13,0	12,1	13,5
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
15,2	13,9	12,0	13,7
НСР ₀₅			
1,1	1,0	0,5	1,0

При применении органоминеральных удобрений для предпосевной обработки семян и некорневого внесения в течение вегетации математически достоверное различие по сравнению с фоном минеральных удобрений зафиксировано лишь в фазу колошение при их сочетании Рутер (0,5 л/т) + Софт Гард + Гумифул + Алга и Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул + Софт Гард + Гумифул. Снижение к фону минеральных удобрений в эту фазу на данных вариантах составило 1,0-1,1 мг/кг почвы или 7,1-7,8%.

Но к фазе полной спелости статистически достоверные различия между вариантами опыта по содержанию подвижного фосфора с применением органоминеральных удобрений и фоном минеральных удобрений отсутствовали. Не зафиксированы также подобные различия и в среднем за период вегетации весеннее кущение – полная спелость.

В предпосевной период в 2018 году обеспеченность почвы подвижным фосфором в слое почвы 0-40 см на контрольном варианте была больше, чем в 2017 г. на 4,4 мг/кг и составило 15,1 мг/кг. Данная обеспеченность по градации Мачигина характеризуется как пограничная между низкой и средней (15-30 мг/кг).

Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см на контрольном варианте в 2018-2019 гг. под озимой пшеницей различалась по сравнению с изменениями по этому показателю в предыдущий год проведения полевых опытов. От посева до фазы полной спелости происходило снижение количества доступного фосфора, которое составило 2,6 мг/кг почвы (таблица 8). В среднем за период вегетации весеннее кущение-полная спелость обеспеченность почвы подвижным фосфором на контрольном варианте (без применения удобрений) составила 13,3 мг/кг почвы.

Применение при посеве озимой пшеницы фосфорных удобрений в дозе 32 кг/га д.в. в фазу весеннего кущения увеличивало содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см на 3,4 мг/кг почвы или на 19,2% по сравнению с вариантом с фоном минеральных удобрений.

Таблица 8 – Динамика подвижного фосфора в 2019 году в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
14,3	13,1	12,5	13,3
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
17,7	15,6	14,2	15,8
фон + Рутер (0,5 л/т)			
17,4	14,3	13,1	14,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
17,2	14,2	13,1	14,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
17,0	14,2	13,0	14,7
Фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
17,6	14,1	12,8	14,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
17,2	14,4	13,0	14,9
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
17,0	14,0	12,8	14,6
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
16,9	14,0	13,3	14,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
17,2	13,8	13,2	14,7
фон 1+Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
17,5	14,0	13,2	14,9
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
16,8	14,4	13,3	14,8
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
17,4	14,3	12,8	14,8
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
17,3	13,8	13,1	14,7
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
17,5	15,0	13,2	15,2
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
17,2	15,8	13,0	15,3
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
17,3	15,1	13,2	15,2
НСР ₀₅			
1,7	1,0	0,8	1,0

В среднем за период весенней вегетации обеспеченность почвы подвижным фосфором была выше, чем на контрольном варианте на 2,5 мг/кг почвы или на 15,8%.

В фазы колошение и полной спелости на всех вариантах опыта с применением органоминеральных удобрений зафиксировано математически достоверное снижение количества подвижного фосфора в почве по сравнению с фоновым минеральных удобрений, что, безусловно, объясняется более интенсивным поглощением его растениями озимой пшеницы в течение вегетации.

В среднем за период весенней вегетации (весеннее кущение-полная спелость) максимальное снижение по сравнению с вариантом, на котором минеральные удобрения вносились по системе удобрения хозяйства, получено на варианте с применением для предпосевной обработки семян Рутер (0,5 л/т) и двукратного некорневого применения удобрений Софт Гард и Гумифул в фазы весеннего кущения и флаговый лист 1,2 мг/кг почвы или 7,6%.

Перед посевом озимой пшеницы в 2019 году содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см составило 9,2 мг/кг почвы. Данная обеспеченность по градации Мачигина характеризуется как очень низкая (0-10 мг/кг почвы). Динамика изменения в почве подвижного фосфора на контрольном варианте в 2019-2020 гг. была аналогичной изменениям, отмеченным в 2018-2019 гг. От посева до фазы полной спелости в почве происходило снижение количества доступного подвижного фосфора (таблица 9). За этот период снижение составило 5,8 мг/кг почвы. Это уменьшение в 2,2 раза больше, чем в предыдущий год проведения полевых опытов. В среднем за период вегетации (весеннее кущение-полная спелость) обеспеченность почвы подвижным фосфором на контрольном варианте составила 6,5 мг/кг почвы

Применение при посеве фосфорных удобрений обеспечивало к фазе весеннего кущения увеличение количества подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см по сравнению с контрольным вариантом на 1,9 мг/кг почвы или на 21,6%.

Таблица 9 – Динамика подвижного фосфора в 2020 году в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
8,8	7,3	3,4	6,5
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
10,7	8,6	3,5	7,6
фон + Рутер (0,5 л/т)			
10,2	6,2	3,0	6,5
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
11,0	6,0	3,5	6,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
10,8	6,6	3,0	6,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
10,6	6,6	3,3	6,6
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
10,3	5,9	3,0	6,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
10,0	6,2	3,3	6,5
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
10,2	5,6	3,0	6,3
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
10,5	6,0	3,3	6,6
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
10,6	6,2	3,5	6,8
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
10,3	6,2	3,3	6,6
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
10,6	6,6	3,5	6,9
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
11,1	6,5	3,1	6,9
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
10,5	6,3	3,0	6,6
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
10,8	6,5	3,3	6,9
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
11,0	6,3	3,5	6,9
НСР ₀₅			
1,1	0,9	0,3	1,0

Это увеличение подвижного фосфора в почве от применения комплексных минеральных удобрений обеспечивало переход её обеспеченности по содержанию подвижного фосфора из очень низкой по градации по Мачигину в низкую степень обеспеченности, то есть на класс выше.

В фазу полная спелость содержание подвижного фосфора на варианте с применением минеральных удобрений соответствовало количеству P_2O_5 на контрольном варианте.

На вариантах с применением органоминеральных удобрений во все сроки и способы их внесения на фоне минеральных удобрений к фазе колошения озимой пшеницы произошло снижение содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см на 2,0-3,0 мг/кг почвы или на 23,3-34,9%. К фазе полной спелости на всех вариантах опыта содержание подвижного фосфора было практически одинаковым и составило 3,0-3,5 мг/кг почвы.

В среднем за 2017-2020 гг. перед посевом озимой пшеницы содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см составило 11,7 мг/кг. Данная обеспеченность почвы по градации Мачигина оценивается как низкая.

От посева до фазы весеннего кушения на контрольном варианте содержание подвижного фосфора увеличилось на 0,6 мг/кг почвы (таблица 10). В течение вегетации происходило снижение обеспеченности почвы подвижным фосфором вплоть до фазы полной спелости, которое составило 3,0 мг/кг почвы. В среднем за период вегетации (весеннее кушение-полная спелость) содержание P_2O_5 на контрольном варианте составило 10,8 мг/кг почвы. При применении минеральных удобрений при посеве к фазе весеннего кушения содержание подвижного фосфора увеличивалось на 2,3 мг/кг почвы или на 18,7%.

В дальнейшем динамика изменений содержания подвижного фосфора в почве была аналогичной изменениям, отмеченным на контрольном варианте. В среднем за период вегетации обеспеченность почвы подвижным фосфором была больше, чем на контрольном варианте на 1,7 мг/кг почвы или на 15,7% (рисунк б).

Таблица 10 – Динамика подвижного фосфора в среднем за 2018-2020 гг. в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
12,3	10,9	9,3	10,8
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
14,6	12,8	10,1	12,5
фон + Рутер (0,5 л/т)			
14,2	11,3	9,4	11,6
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
14,5	11,2	9,6	11,7
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
14,4	11,4	9,6	11,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
14,4	11,2	9,4	11,7
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
14,1	11,2	9,4	11,6
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
14,2	11,1	9,4	11,6
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
14,2	11,0	9,6	11,6
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
14,3	11,0	9,7	11,7
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
14,6	11,1	9,8	11,8
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
14,1	11,2	9,7	11,7
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
14,5	11,4	9,5	11,8
фон +Рутер (0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
14,5	11,1	9,5	11,7
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
14,5	11,5	9,6	11,8
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
14,4	11,8	9,5	11,9
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
14,5	11,8	9,6	11,9
НСР ₀₅			
1,5	1,0	0,7	0,7

Различия во влиянии органоминеральных удобрений на обеспеченность почвы подвижным фосфором в слое почвы 0-40 см отмечено только в фазу колошение. По сравнению с фоном минеральных удобрений снижение в количестве подвижного фосфора на вариантах с органоминеральными удобрениями 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 озимой пшеницы удобрением Рутер (0,5 л/т) и некорневым применением органоминеральных удобрений, которое составило 0,7 мг/кг почвы или 6,9%.

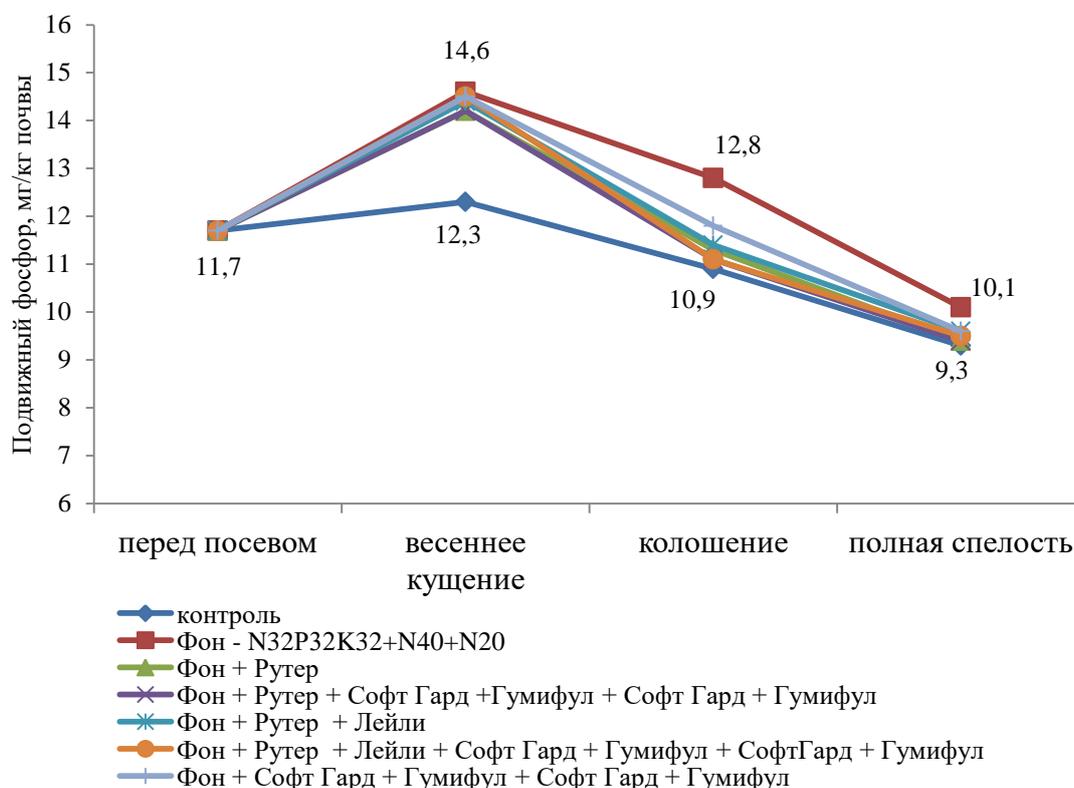


Рисунок 6 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2017-2020 гг., мг/кг почвы

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 во все годы проведения полевых опытов по градации Мачигина высокой обеспеченности.

Динамики изменений содержания обменного калия под озимой пшеницей в разные годы проведения полевых опытов была достаточно сходной. Поэтому для более наглядного отображения полученных результатов использованы усреднённые данные за годы исследований.

От посева до фазы весеннего кущения количество обменного калия в слое почвы 0-40 см увеличилось на 39 мг/кг почвы (таблица 11, приложение 8, приложение 9, приложение 10). Это объясняется восстановлением динамического равновесия между обменной и необменными формами калия в почве. От фазы весеннего кущения до фазы колошения озимой пшеницы происходило равномерное снижение содержания обменного калия в почве. К фазе полной спелости содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см на контрольном варианте по сравнению с содержанием в фазу весеннее кущение снизилось на 51 мг/кг почвы, что объясняется потреблением обменного калия растениями озимой пшеницы и, возможно, необменной фиксацией вследствие снижения влажности почвы (А. Schneider, 1997), (рисунок 7).

Применение азофоски при посеве в дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$ к фазе весеннего кущения не оказало существенного влияния на содержание обменного калия в почве.

В течение весеннего периода вегетации озимой пшеницы (весеннее кущение) динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см на варианте с применением минеральных удобрений была сходной с изменениями, отмеченными на контрольном варианте без применения минеральных удобрений.

Применение органоминеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы также не оказывало существенного влияния на изменения обеспеченности культуры в течение вегетации обменным калием.

Таблица 11 – Динамика обменного калия в 2018-2020 гг. в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
506	476	455	479
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
506	474	449	477
фон + Рутер (0,5 л/т)			
512	476	449	479
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
512	469	451	479
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
505	470	449	475
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
506	473	452	477
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
502	470	447	473
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
509	473	451	478
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
509	470	448	475
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
505	475	451	477
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
513	473	454	480
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
510	474	450	478
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
513	472	455	480
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
509	471	453	478
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
513	473	454	480
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
510	471	450	477
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
505	468	453	475
НСР ₀₅			
F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}

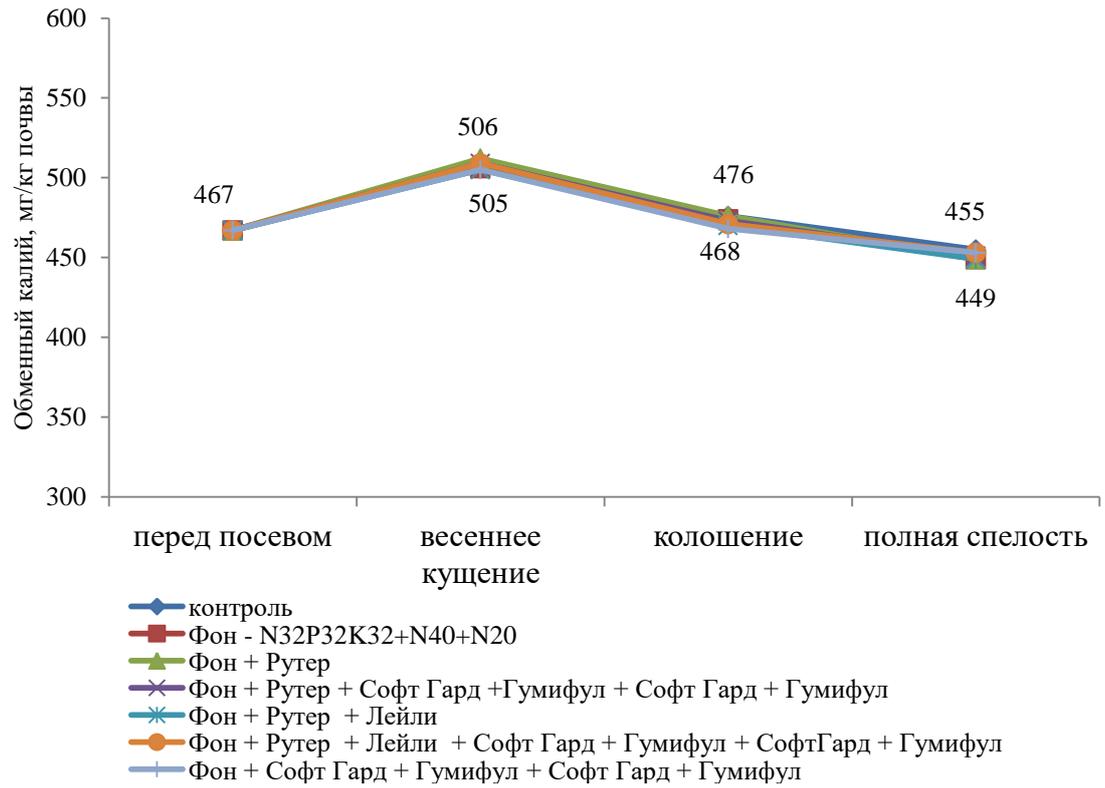


Рисунок 7 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2018-2020 гг., мг/кг почвы

4 ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И СОДЕРЖАНИЕ NPK

В фазу колошение на контрольном варианте (без агрохимикатов) в 2018 году высота растений озимой пшеницы составила 31,2 см, а масса – 1,2 г (таблица 12). Применение минеральных удобрений обеспечивало увеличение биометрических показателей растений пшеницы по сравнению с контрольным вариантом на 8,8 см и 0,6 г. Обработка семенного материала культуры органоминеральными удобрениями перед посевом не способствовала существенному увеличению высоты и массы растений в этот год проведения полевых опытов.

Наибольшие показатели биометрии растений озимой пшеницы в 2018 году в фазу колошение получены на вариантах с двукратным применением органоминеральных удобрений Гумифул и Софт Гард в фазы весеннее кушение и флаговый лист и при нанесении на семенной материал Рутер (0,5 л/т) и Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т). Увеличение по сравнению с фоном минеральных удобрений на этих вариантах высоты 1 сырого растения составило 4,7-4,9 см или 11,8-12,3%. Более значимо было повышение массы 1 сырого растения - на 1,7 г или на 94,4%. При обработке растений пшеницы некорневым способом органоминеральными удобрениями в течение вегетации без их применения на семенной материал также отмечено преимущество удобрений Гумифул и Софт Гард в увеличении биометрических показателей растений пшеницы.

В фазу колошение наибольшие биометрические показатели растений пшеницы на контрольном варианте (без использования удобрений) сформированы в 2019 году. Вероятно, это объясняется не только благоприятными условиями увлажнения, но и наибольшей обеспеченностью почвы минеральным азотом в слое почвы 0-60 см (70,1 кг/га) и подвижным фосфором (15,1 мг/кг почвы) в предпосевной период культуры в этот год проведения полевых опытов.

Таблица 12 – Биометрические показатели 1 сырого растения озимой пшеницы в фазу колошение

2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее за 3 года	
высо- та, см	масса 1 сырого расте- ния, г	высо- та, см	масса 1 сырого расте- ния, г	высо- та, см	масса 1 сырого расте- ния, г	высо- та, см	масса 1 сырого расте- ния, г
контрольный вариант (без удобрений)							
31,2	1,2	35,1	1,5	27,0	1,0	31,1	1,2
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀							
40,0	1,8	53,5	3,1	35,0	1,6	42,8	2,2
фон + Рутер (0,5 л/т)							
41,4	1,9	53,7	3,3	35,5	1,7	43,5	2,3
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)							
40,4	1,8	52,5	3,2	35,4	1,8	42,8	2,3
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)							
41,3	2,0	52,1	3,0	36,0	1,9	43,1	2,3
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
44,1	2,7	56,2	3,5	39,2	2,2	46,5	2,8
Фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
44,6	3,0	54,3	3,7	37,8	1,8	45,6	2,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР							
43,8	3,0	55,5	3,8	39,5	2,1	46,3	3,0
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
44,9	3,5	54,0	4,0	39,0	2,0	46,0	3,2
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга + (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
43,3	2,5	53,9	3,5	39,1	2,1	45,4	2,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
43,1	2,6	54,1	3,6	36,6	2,0	44,6	2,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
43,5	2,9	54,4	3,9	39,0	2,2	45,6	3,0
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
44,0	3,3	54,3	3,8	38,2	2,0	45,5	3,0
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
42,4	2,8	53,4	3,5	39,1	2,1	45,0	2,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга							
43,2	3,0	54,1	3,9	37,7	1,9	45,0	2,9
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
43,3	3,3	54,5	3,8	39,2	2,1	45,7	3,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул							
44,7	3,5	54,0	3,9	39,2	2,0	46,0	3,1

фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
42,0	2,2	53,1	3,4	39,0	2,1	44,7	2,6
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга							
41,2	2,1	53,0	3,5	38,2	1,7	44,1	2,4
фон + Сиамино + Гумифул + МКР							
42,0	2,3	53,0	3,5	39,1	2,0	44,1	2,4
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул							
42,2	2,5	53,0	3,5	38,8	1,9	44,7	2,6
НСР ₀₅							
1,5	0,2	2,1	0,3	1,6	0,2	1,8	0,3

В 2019 году не зафиксировано зависимостей во влиянии минеральных и органоминеральных удобрений на биометрические показатели растений озимой пшеницы. Наибольшая масса 1 сырого растения сформирована, как и в 2018 г., на варианте с применением для обработки семенного материала Рутер (0,5 л/т) в сочетании Гумифул и Софт Гард в фазы весеннее кущение и период формирования флагового листа. Увеличение по сравнению с фоном минеральных удобрений составило 0,9 г или 29,0%.

Но максимальное увеличение высоты 1 сырого растения получено на варианте с обработкой семенного материала Рутер (0,5 л/т) и некорневым применением Гумифул и монокалийфосфат (МКР) двукратно в течение весенней вегетации. Прибавка к варианту с фоном минеральных удобрений достигала 2,7 см или 5,0%.

На вариантах с применением органоминеральных удобрений в течение вегетации некорневым способом без обработки семян перед посевом сформированы в фазу колошение практически одинаковые биометрические показатели растений пшеницы.

Наименьшие биометрические показатели растений пшеницы сформированы на контроле в 2020 году. В этот год проведения опытов на фоне наименьшего содержания минерального азота в слое почвы 0-60 см (41,5 кг/га) и очень низкой обеспеченности почвы в слое 0-40 см подвижным фосфором (9,2 мг/кг

почвы) максимальное влияние на увеличение биометрических показателей оказало применение комплексного минерального удобрения монокалийфосфат (МКР). На всех вариантах с применением этого удобрения некорневым способом отмечено математически достоверное увеличение биометрических показателей по сравнению с вариантом, на котором минеральные удобрения применялись в качестве фона.

Учитывая разнонаправленное влияние удобрений на биометрические показатели растений пшеницы более объективную оценку изменения этих показателей можно провести в среднем за 3 года.

На контрольном варианте высота 1 сырого растения составила 31,1 см, а масса – 1,2 г., на фоне минеральных удобрений – соответственно 42,8 см и 2,2 г. Наибольшая высота растений достигнута на вариантах с фоном минеральных удобрений и применением для обработки семян органоминерального удобрения Рутер (0,5 л/т) и некорневого внесения Гумифул, монокалийфосфат и Сиамино. Прибавки составили по сравнению с показателем варианта, на котором применялись минеральные удобрения в качестве фона, 3,5-3,7 см или 8,2-8,6%.

Наибольшая масса 1 сырого растения получена на варианте с использованием для обработки семян Рутер (0,5 л/т) и двукратным применением в течение вегетации органоминеральных удобрений Гумифул и Софт Гард. Увеличение к варианту с фоном минеральных удобрений составило 1,0 г или 45,5%.

В 2018 году содержание общего фосфора в растениях озимой пшеницы в фазу колошение существенно увеличилось по сравнению с контрольным вариантом (без применения удобрений) при внесении минеральных удобрений на 0,05% в абсолютном выражении (таблица 13).

Концентрация общего азота существенно возростала по сравнению с вариантом с фоном минеральных удобрений только при применении органоминеральных удобрений для нанесения на семена и некорневым способом в течение вегетации.

Таблица 13 – Содержание основных элементов минерального питания в растении озимой пшеницы в фазу колошение, % на сухое вещество

2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 3 года		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	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)											
1,57	0,17	2,20	1,84	0,22	2,34	1,34	0,15	2,10	1,58	0,18	2,21
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀											
1,89	0,22	2,22	2,20	0,29	2,40	1,65	0,19	2,08	1,91	0,23	2,23
фон + Рутер (0,5 л/т)											
1,90	0,22	2,19	2,19	0,28	2,43	1,61	0,20	2,11	1,90	0,23	2,24
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)											
1,88	0,22	2,20	2,19	0,29	2,40	1,62	0,20	2,12	1,90	0,24	2,24
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)											
1,99	0,22	2,21	2,20	0,29	2,42	1,59	0,24	2,14	1,93	0,25	2,26
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
1,99	0,23	2,21	2,20	0,32	2,44	1,65	0,25	2,15	1,95	0,27	2,26
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
1,99	0,22	2,19	2,19	0,28	2,44	1,63	0,21	2,10	1,94	0,24	2,24
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР											
2,01	0,23	2,22	2,20	0,31	2,40	1,62	0,24	2,12	1,94	0,26	2,25
фон + Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
2,05	0,22	2,22	2,20	0,32	2,45	1,59	0,24	2,10	1,95	0,26	2,26
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
1,95	0,23	2,21	2,23	0,28	2,43	1,66	0,25	2,10	1,95	0,25	2,25
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
1,95	0,22	2,22	2,20	0,30	2,42	1,62	0,18	2,10	1,92	0,23	2,25
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
1,99	0,22	2,21	2,20	0,30	2,42	1,63	0,22	2,14	1,94	0,25	2,26
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
2,04	0,22	2,22	2,22	0,30	2,36	1,60	0,19	2,10	1,95	0,24	2,23
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
2,02	0,22	2,20	2,22	0,30	2,40	1,61	0,24	2,18	1,95	0,25	2,26
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга											
2,00	0,22	2,22	2,18	0,29	2,41	1,59	0,20	2,10	1,92	0,24	2,24
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
2,02	0,22	2,24	2,21	0,30	2,46	1,60	0,24	2,16	1,94	0,25	2,29
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул											
2,05	0,23	2,24	2,22	0,29	2,41	1,58	0,22	2,11	1,95	0,25	2,25
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
1,92	0,21	2,20	2,20	0,28	2,40	1,60	0,25	2,11	1,91	0,25	2,24
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга											
1,95	0,22	2,22	2,21	0,29	2,41	1,60	0,22	2,14	1,92	0,24	2,26

фон + Сиамино + Гумифул + МКР											
1,99	0,22	2,20	2,21	0,28	2,44	1,62	0,24	2,10	1,94	0,25	2,25
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул											
1,96	0,22	2,22	2,20	0,29	2,47	1,60	0,23	2,15	1,92	0,25	2,28
НСР ₀₅											
0,04	0,02	F _ф < F _т	0,05	0,03	0,06	0,05	0,04	F _ф < F _т	0,04	0,03	F _ф < F _т

Максимум концентрации общего азота в растениях достигнут на вариантах с использованием двукратно некорневым способом Софт Гард и Гумифул. Прибавки к варианту с фоном минеральных удобрений составляли 0,15-0,16% в абсолютном выражении.

Содержание общего калия в растениях озимой пшеницы в 2018 году в фазу колошение существенно не изменялось под влиянием минеральных и органоминеральных удобрений.

Наибольшая концентрация NPK на контрольном варианте (без применения удобрений) в фазу колошение получена в 2019 году. Под действием минеральных и органоминеральных удобрений содержание основных макроэлементов питания в растениях озимой пшеницы существенно возрастала. Но существенных зависимостей во влиянии видов, сочетаний, способов внесения органоминеральных удобрений в этот год проведения полевых опытов не выявлено.

Наименьшая концентрация NPK в растениях озимой пшеницы на контрольном варианте (без применения удобрений) зафиксирована в 2020 г. Это обусловлено не только наиболее низким содержанием минерального азота и подвижного фосфора в почве в этот год проведения полевых опытов, но и низким уровнем влагообеспеченности почвы в период вегетации озимой пшеницы.

Под влиянием минеральных удобрений по сравнению с содержанием на контрольном варианте существенно возрастала концентрация общего азота и фосфора. Содержание общего калия в этот год под действием агрохимикатов существенно не изменялось, как и в 2018 году.

Отмечены тенденции снижения концентрации общего азота под действием органоминеральных удобрений в растениях пшеницы в фазу колошение по сравнению с вариантом, на котором применялись только минеральные удобрения. Математически достоверные уменьшения концентрации общего азота получено на вариантах с применением удобрений Софт Гард и Гумифул, которые по сравнению с содержанием на варианте с фоном минеральных удобрений составило 0,05-0,07% в абсолютном выражении. Возможно, данное снижение обусловлено эффектом «ростового разбавления».

Существенное увеличение общего фосфора в растениях озимой пшеницы в фазу колошение отмечено с вариантом, на котором минеральные удобрения вносились в виде фона, при применении некорневым способом монокалийфосфата (МКР) в течение вегетации на всех вариантах опыта. Прибавка составила 0,05-0,06% в абсолютном выражении.

В среднем за 2018-2020 гг. содержание общего азота в растениях в фазу колошение на контрольном варианте 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 органоминеральных удобрений для обработки семян перед посевом и некорневым применением в течение вегетации удобрений 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%. Концентрация общего калия в фазу колошение в растениях пшеницы существенно не изменялась под действием изучаемых агрохимикатов.

Наибольшее влияние на содержание NPK в зерне озимой пшеницы в среднем за 2018 -2020 гг. по сравнению с контрольным вариантом оказало применение минеральных удобрений (таблица 14).

Таблица 14 – Содержание основных элементов минерального питания в зерне озимой пшеницы, % на сухое вещество

2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 3 года		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	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)											
1,70	0,35	0,44	1,66	0,41	0,50	1,62	0,28	0,32	1,66	0,35	0,42
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀											
2,03	0,40	0,49	2,05	0,46	0,68	1,90	0,33	0,40	1,99	0,40	0,52
фон + Рутер (0,5 л/т)											
2,09	0,44	0,51	2,08	0,47	0,66	1,95	0,35	0,40	2,04	0,42	0,52
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)											
2,02	0,40	0,45	2,06	0,45	0,65	1,89	0,30	0,42	1,99	0,38	0,51
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)											
2,05	0,38	0,47	2,03	0,40	0,66	1,92	0,35	0,40	2,00	0,38	0,51
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
2,05	0,43	0,55	2,05	0,45	0,62	1,99	0,36	0,45	2,03	0,41	0,54
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
2,08	0,40	0,50	2,03	0,48	0,66	1,93	0,35	0,44	2,01	0,41	0,53
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР											
2,06	0,43	0,46	2,08	0,50	0,70	1,96	0,33	0,41	2,03	0,42	0,52
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
2,05	0,41	0,48	2,09	0,48	0,68	2,01	0,30	0,40	2,05	0,40	0,52
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
2,05	0,38	0,48	2,03	0,48	0,69	1,90	0,33	0,45	1,99	0,40	0,54
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
2,08	0,40	0,50	2,05	0,44	0,65	1,96	0,35	0,45	2,03	0,40	0,53
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
2,09	0,42	0,51	2,09	0,48	0,68	1,93	0,36	0,48	2,04	0,42	0,56
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
2,00	0,40	0,47	2,06	0,45	0,65	1,99	0,33	0,44	2,02	0,39	0,52
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
2,06	0,42	0,51	2,05	0,45	0,70	1,95	0,30	0,42	2,02	0,39	0,54
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга											
2,09	0,39	0,48	2,09	0,42	0,69	1,94	0,32	0,45	2,04	0,38	0,54
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
2,06	0,39	0,50	2,06	0,46	0,70	1,90	0,34	0,45	2,01	0,40	0,55
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул											
2,07	0,40	0,52	2,03	0,42	0,68	2,00	0,36	0,41	2,03	0,39	0,54
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
2,12	0,41	0,45	2,11	0,40	0,70	2,12	0,34	0,38	2,12	0,38	0,51
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга											
2,12	0,42	0,48	2,13	0,45	0,68	2,14	0,36	0,40	2,13	0,41	0,52

фон + Сиамино + Гумифул + МКР											
2,15	0,44	0,40	2,12	0,48	0,70	2,13	0,30	0,42	2,13	0,41	0,51
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул											
2,13	0,40	0,44	2,15	0,50	0,68	2,16	0,33	0,45	2,15	0,41	0,52
НСР ₀₅											
0,08	0,01	0,03	0,07	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,06	0,03	0,05

На вариантах с органоминеральными удобрениями существенного повышения концентрации фосфора и калия в зерне озимой пшеницы по сравнению с вариантом, на котором минеральные удобрения применялись по системе удобрения хозяйства, не отмечено. Математически достоверное увеличение достигнуто лишь на вариантах с некорневым применением органоминеральных удобрений во второй половине вегетации озимой пшеницы. Прибавки составили 0,13-0,16% в абсолютном выражении.

В побочной продукции озимой пшеницы влияние минеральных и органоминеральных удобрений на содержание NPK имело менее выраженный характер в среднем за 2018-2020 гг., чем в зерне (таблица 15). Наибольшая концентрация зафиксирована на вариантах с трёхкратным применением органоминеральных удобрений.

Таблица 15 – Содержание основных элементов минерального питания в соломе озимой пшеницы, % на сухое вещество

2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 3 года		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	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)											
0,20	0,13	1,70	0,26	0,22	1,88	0,17	0,10	1,56	0,21	0,15	1,71
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀											
0,22	0,15	1,77	0,28	0,23	1,90	0,19	0,12	1,60	0,23	0,17	1,76
фон + Рутер (0,5 л/т)											
0,23	0,16	1,72	0,30	0,22	1,89	0,19	0,13	1,66	0,24	0,17	1,76
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)											
0,21	0,15	1,71	0,30	0,26	1,95	0,17	0,15	1,70	0,23	0,19	1,79
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)											
0,22	0,17	1,73	0,27	0,26	1,90	0,20	0,15	1,66	0,23	0,19	1,76

фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
0,25	0,16	1,75	0,33	0,24	1,90	0,20	0,14	1,70	0,26	0,18	1,78
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
0,25	0,18	1,80	0,31	0,25	1,95	0,19	0,15	1,75	0,25	0,19	1,83
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР											
0,25	0,16	1,78	0,34	0,22	1,86	0,20	0,16	1,70	0,26	0,18	1,78
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
0,26	0,16	1,70	0,33	0,25	1,92	0,22	0,15	1,74	0,27	0,19	1,79
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
0,23	0,16	1,75	0,28	0,24	1,92	0,20	0,16	1,75	0,24	0,19	1,81
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
0,26	0,16	1,78	0,30	0,25	1,96	0,23	0,17	1,76	0,26	0,19	1,83
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
0,23	0,17	1,70	0,28	0,22	1,92	0,20	0,18	1,70	0,24	0,19	1,77
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
0,25	0,18	1,75	0,30	0,25	1,95	0,22	0,20	1,75	0,26	0,21	1,82
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
0,25	0,18	1,75	0,30	0,29	1,92	0,23	0,17	1,70	0,26	0,21	1,79
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга											
0,26	0,16	1,77	0,25	0,26	1,95	0,25	0,16	1,75	0,25	0,19	1,82
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
0,24	0,16	1,79	0,22	0,29	1,99	0,26	0,18	1,75	0,24	0,21	1,84
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул											
0,26	0,18	1,71	0,25	0,30	1,98	0,24	0,16	1,70	0,25	0,21	1,80
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
0,24	0,15	1,70	0,22	0,22	2,01	0,22	0,16	1,70	0,23	0,18	1,80
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга											
0,22	0,17	1,68	0,25	0,24	2,05	0,24	0,18	1,75	0,24	0,20	1,83
фон + Сиамино + Гумифул + МКР											
0,24	0,15	1,70	0,26	0,25	2,03	0,22	0,20	1,81	0,24	0,20	1,85
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул											
0,24	0,16	1,77	0,22	0,24	2,05	0,23	0,21	1,77	0,23	0,20	1,86
НСР ₀₅											
0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04

5 УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Урожайность зерна озимой пшеницы на контрольном варианте (без удобрений) в 2018 году составила 2,32 т/га (таблица 16).

Таблица 16 – Урожайность зерна озимой пшеницы в 2018 году, т/га

Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону минеральных удобрений	
	т/га	%	т/га	%
контрольный вариант (без удобрений)				
2,32	-	-	-	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀				
3,06	0,74	31,9	-	-
фон + Рутер (0,5 л/т)				
3,27	0,95	40,9	0,21	6,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)				
3,27	0,95	40,9	0,21	6,9
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)				
3,26	0,94	40,5	0,20	6,5
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,53	1,21	52,2	0,47	15,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,10	0,78	33,6	0,04	1,3
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР				
3,45	1,13	48,7	0,39	12,7
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
3,62	1,30	56,0	0,56	18,3
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,54	1,22	52,6	0,48	15,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,38	1,06	45,7	0,32	10,5
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,49	1,17	50,4	0,43	14,1
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
3,58	1,26	54,3	0,52	17,0
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,53	1,21	52,2	0,47	15,4
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,36	1,04	44,8	0,3	9,8

фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,50	1,18	50,9	0,44	14,4
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул				
3,57	1,25	53,9	0,51	16,7
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,30	0,98	42,2	0,24	7,8
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,28	0,96	41,4	0,22	7,2
фон + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,31	0,99	42,7	0,25	8,2
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул				
3,30	0,98	42,2	0,24	7,8
НСР ₀₅				
0,09	-	-	-	-

Применение минеральных удобрений увеличивало урожайность зерна озимой пшеницы по сравнению с контролем (без применения удобрений) на 0,74 т/га или на 31,9%.

Обработка семян озимой пшеницы перед посевом органоминеральными удобрениями обеспечивала повышение прибавки урожайности зерна по сравнению с фоном минеральных удобрений ещё на 0,20-0,21 т/га.

Максимальная прибавка урожайности зерна в опыте получена от применения некорневым способом органоминеральных удобрений Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 л/га) на фоне минеральных удобрений и обработок семян корнеобразователем Рутер (0,5 л/тонну). Она составила по сравнению с фоном минеральных удобрений 0,56 т/га или 18,0%.

Увеличение урожайности на этих вариантах опыта происходило за счёт повышения количества продуктивных стеблей по сравнению с фоном минеральных удобрений на 23 шт./м², количества зёрен в колосе – на 2 шт. и массы зерна с 1 колоса на 0,23 г (таблица 17).

Таблица 17 – Структура урожайности озимой пшеницы в 2018-2020 гг.

Общее количество стеблей, шт./м ²			Количество продуктивных стеблей, шт./м ²			Количество зёрен в 1 колосе, шт.			Масса зерна с 1 колоса, г		
2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
контрольный вариант (без удобрений)											
398	411	343	356	387	320	29	32	26	0,65	0,68	0,47
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀											
426	455	396	389	421	352	35	37	31	0,79	0,81	0,85
фон + Рутер (0,5 л/т)											
440	476	410	401	443	366	35	37	32	0,82	0,91	0,89
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)											
438	475	410	400	448	382	35	37	32	0,82	0,92	0,82
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)											
443	470	415	403	442	366	36	37	33	0,81	0,88	0,87
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
446	480	411	405	440	378	36	37	33	0,87	0,98	0,91
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
450	472	415	410	445	374	36	37	33	0,76	0,92	0,91
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР											
449	471	411	408	440	380	36	37	33	0,85	0,97	0,92
фон 1+Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
451	480	414	412	451	375	37	38	33	0,88	0,86	0,95
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
446	482	411	408	450	384	36	37	33	0,87	0,89	0,84
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга											
451	479	415	410	446	386	35	37	32	0,82	0,92	0,89
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
448	480	420	412	450	390	36	37	32	0,85	0,94	0,88
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул											
451	482	418	415	460	385	35	38	33	0,86	0,92	0,88
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
448	482	410	406	452	384	35	37	33	0,87	0,93	0,90
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга											
441	477	412	408	450	390	36	37	34	0,82	0,90	0,88
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР											
445	480	412	410	455	382	36	37	33	0,85	0,89	0,89
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул											
444	477	417	415	455	386	36	38	33	0,86	1,00	0,91

фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР											
452	472	410	408	440	385	34	37	34	0,81	0,93	0,84
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга											
450	470	412	410	445	380	34	37	33	0,80	0,91	0,84
фон + Сиамино + Гумифул + МКР											
445	473	415	411	451	378	34	37	33	0,81	0,90	0,85
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул											
445	475	410	410	448	382	35	37	33	0,80	0,88	0,83
НСР ₀₅											
2	3	1	2	2	1	2	2	1	0,03	0,05	0,03

На вариантах с применением органоминеральных удобрений некорневым способом без предпосевной обработки семенного материала на всех вариантах опыта отмечено увеличение урожайности зерна озимой пшеницы практически одинаково – на 0,22-0,25 т/га или на 7,2-8,2% по сравнению с фоном минеральных удобрений.

Урожайность зерна озимой пшеницы на контрольном варианте (без применения удобрений) в 2019 году составила 2,62 т/га, что на 0,30 т/га больше, чем в 2018 году (таблица 18). Это обусловлено более высокой обеспеченностью почвы на контрольном варианте в этот год проведения полевых опытов минеральным азотом в слое почвы 0-60 см в предпосевной период 70,1 кг/га и подвижным фосфором 15,1 мг/кг почвы.

Применение минеральных удобрений (фон минеральных удобрений) увеличивало урожайность зерна озимой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) на 0,81 т/га или на 30,9%.

Также в этот год проведения полевых опытов сформирована наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы на вариантах с применением органоминеральных удобрений - 3,87-4,33 т/га. Это, бесспорно, обусловлено более высоким уровнем обеспеченности почвы продуктивной влагой во второй половине вегетации озимой пшеницы в 2019 году (рисунок 4).

Таблица 18 – Урожайность зерна озимой пшеницы в 2019 году, т/га

Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону минеральных удобрений	
	т/га	%	т/га	%
контрольный вариант (без удобрений)				
2,62	-	-	-	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀				
3,43	0,81	30,9	-	-
фон + Рутер (0,5 л/т)				
4,01	1,39	53,1	0,58	16,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)				
4,11	1,49	56,9	0,68	19,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)				
3,91	1,29	49,2	0,48	14,0
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
4,33	1,71	65,3	0,90	26,2
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
4,11	1,49	56,9	0,68	19,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР				
4,27	1,65	63,0	0,84	24,5
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
3,87	1,25	47,7	0,44	12,8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,99	1,37	52,3	0,56	16,3
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
4,11	1,49	56,9	0,68	19,8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
4,23	1,49	56,9	0,68	19,8
фон+Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
4,23	1,49	56,9	0,68	19,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
4,20	1,58	60,3	0,77	22,4
Фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга				
4,05	1,43	54,6	0,62	18,1
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
4,07	1,45	55,3	0,64	18,7
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул				
4,57	1,95	74,4	1,14	33,2
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
4,10	1,48	56,5	0,67	19,5

фон + Софт Гард+Гумифул +Алга				
4,03	1,41	53,8	0,60	17,5
фон + Сиамино + Гумифул + МКР				
4,06	1,44	55,0	0,63	18,4
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул				
3,96	1,34	51,1	0,53	15,5
НСР ₀₅				
0,12	-	-	-	-

Более эффективной в этот год проведения полевых опытов была обработка семян озимой пшеницы органоминеральными удобрениями в сочетании Рутер (0,25 л/т) и Алга (0,25 л/т). Она способствовала увеличению прибавки урожайности зерна на 0,68 т/га или на 19,8% по сравнению с урожайностью, полученной на варианте с минеральными удобрениями (фон 1).

Формирование наибольшей урожайности зерна в опыте в 2019 году обеспечило применение некорневым способом органоминеральных удобрений Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 кг/га) на фоне минеральных удобрений и обработок семян корнеобразователем Рутер (0,5 л/тону) 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 блоке вариантов с некорневым применением органоминеральных удобрений без проведения предпосевной обработки в этот год проведения полевых опытов было сочетание применения Гумифула и монокалийфосфата. Прибавка урожайности к фону минеральных удобрений составила 0,67 т/га или 19,5%.

В засушливом 2020 году сформирована наименьшая урожайность зерна на контрольном варианте (без удобрений), которая составила 1,51 т/га (таблица 19).

Таблица 19 – Урожайность зерна озимой пшеницы в 2020 году, т/га

Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону минеральных удобрений	
	т/га	%	т/га	%
контрольный вариант (без удобрений)				
1,51	-	-	-	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀				
2,98	1,47	97,4	-	-
фон + Рутер (0,5 л/т)				
3,27	1,76	116,6	0,29	9,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)				
3,15	1,64	108,6	0,17	5,7
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)				
3,20	1,69	111,9	0,22	7,4
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,44	1,93	127,8	0,46	15,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,40	1,89	125,2	0,42	14,1
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР				
3,50	1,99	131,8	0,52	17,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
3,55	2,04	135,1	0,57	19,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,23	1,72	113,9	0,25	8,4
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,42	1,91	126,5	0,44	14,8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,42	1,91	126,5	0,44	14,8
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
3,40	1,89	125,2	0,42	14,1
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,45	1,94	128,5	0,47	15,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,45	1,94	128,5	0,47	15,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,40				
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул				
3,53	1,89	125,2	0,42	14,1
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,25	1,74	115,2	0,27	9,1

фон + Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,20	1,69	111,9	0,22	7,4
фон + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,22	1,71	113,2	0,24	8,1
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул				
3,18	1,67	110,6	0,20	6,7
НСР ₀₅				
0,11	-	-	-	-

Применение минеральных удобрений в качестве фона увеличивало урожайность ещё на 1,47 т/га. Действие органоминеральных удобрений на урожайность зерна было очень сходным с результатами предыдущих двух лет. Но уровень прибавок урожайности зерна был практически в два раза меньше в абсолютном выражении, чем в 2019 году. Так применение Рутер (0,5 л/т) для предпосевной обработки семян озимой пшеницы увеличивало урожайность зерна по сравнению с фоном минеральных удобрений на 0,29 т/га или на 9,7%.

Максимальная прибавка урожайности в опыте получена на варианте с совместным применением Рутер (0,5 л/т) для обработки семян и некорневым применением 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 органоминеральных удобрений без использования обработки перед посевом семенного материала озимой пшеницы во всех сочетаниях увеличивало урожайность зерна озимой пшеницы по сравнению с фоном минеральных удобрений практически одинаково на 0,20-0,27 т/га или на 6,7-9,1%.

В среднем за 2018-2020 гг. урожайность зерна озимой пшеницы на контрольном варианте (без внесения удобрений) составила 2,15 т/га, а на варианте с фоном минеральных удобрений – 3,16 т/га (таблица 20).

Таблица 20 – Урожайность зерна озимой пшеницы в 2018-2020 гг., т/га

Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону минеральных удобрений	
	т/га	%	т/га	%
контрольный вариант (без удобрений)				
2,15	-	-	-	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀				
3,16	1,01	47,0	-	-
фон + Рутер (0,5 л/т)				
3,52	1,37	63,7	0,36	11,4
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)				
3,43	1,28	59,5	0,27	8,5
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)				
3,46	1,31	60,9	0,30	9,5
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,77	1,62	75,3	0,61	19,3
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,64	1,49	69,3	0,48	15,2
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР				
3,74	1,59	74,0	0,58	18,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
3,89	1,74	80,9	0,73	23,1
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,63	1,48	68,8	0,47	14,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,60	1,45	67,4	0,44	13,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,67	1,52	70,7	0,51	16,1
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
3,74	1,59	74,0	0,58	18,4
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,73	1,58	73,5	0,57	18,0
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,62	1,47	68,4	0,46	14,6
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,66	1,51	70,2	0,50	15,8
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул				
3,89	1,74	80,9	0,73	23,1
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
3,55	1,4	65,1	0,39	12,3

фон + Софт Гард+Гумифул +Алга				
3,50	1,35	62,8	0,34	10,8
фон + Сиамино + Гумифул + МКР				
3,53	1,38	64,2	0,37	11,7
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул				
3,48	1,33	61,9	0,32	10,1
НСР ₀₅				
0,19	-	-	-	-

Прибавка урожайности зерна в среднем за 3 года на варианте с обработкой семян озимой пшеницей органоминеральным удобрением Рутер, которая достигала по сравнению с фоном минеральных удобрений 0,36 т/га или 11,4%.

Сочетание некорневого применения органоминеральных удобрений Софт Гард (0,2 л/га) и Гумифул Про (0,2 кг/га) на фоне минеральных удобрений и обработок семян корнеобразователем Рутер (0,5 л/т) или Рутер (0,25 л/т) и Лейли 2000 (0,25 л/т) способствовало формированию наибольшей и практически одинаковой урожайности в опыте. Прибавка по сравнению с вариантом с фоном минеральных удобрений составила 0,73 т/га или 23,1%.

На вариантах с применением органоминеральных удобрений некорневым способом во второй половине вегетации озимой пшеницы 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 удобрения Гумифул и монокалийфосфат.

Наиболее тесная корреляционная зависимость определена от концентрации общего азота в растениях озимой пшеницы в фазу колошение и урожайностью зерна в среднем за 3 года, $r = 0,942 \pm 0,079$ (рисунок 8) и от содержания общего фосфора в эту же фазу, $r = 0,882 \pm 0,105$ (рисунок 9).

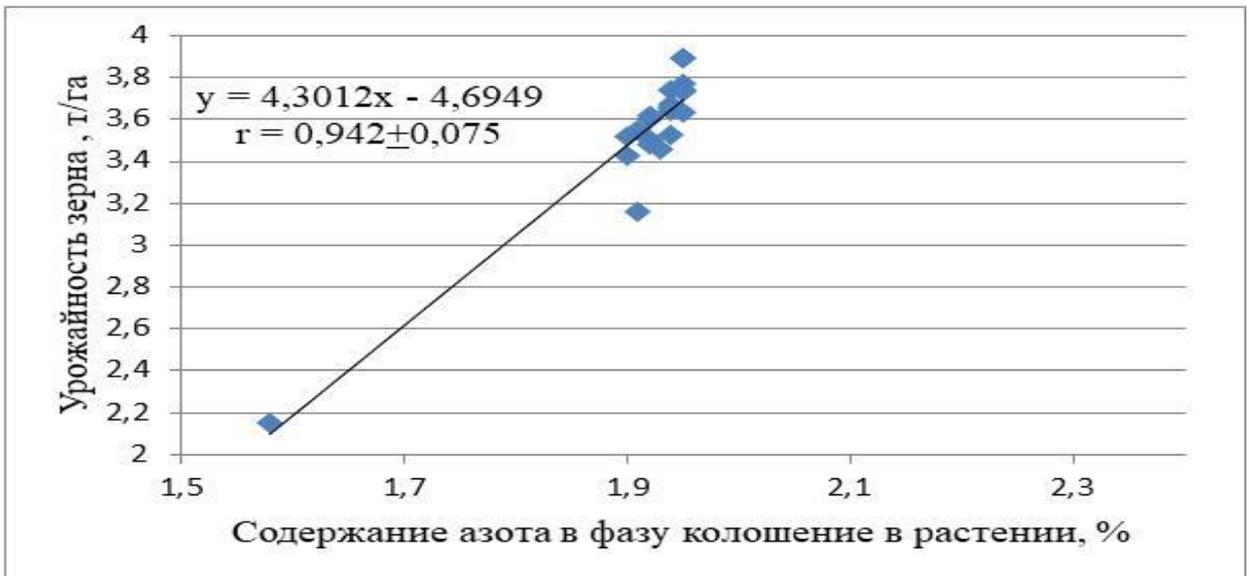


Рисунок 8 – Зависимость содержания общего азота в растениях в фазу колошение и урожайностью зерна озимой пшеницы в среднем за 2018-2020 гг.

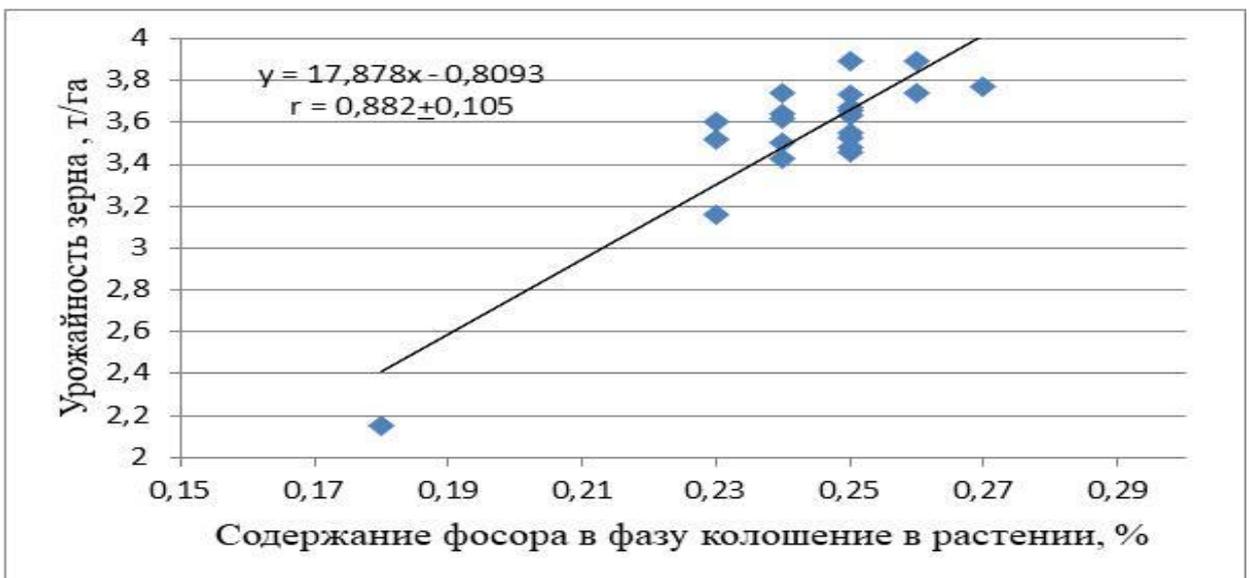


Рисунок 9 – Зависимость содержания общего фосфора в растениях в фазу колошение и урожайностью зерна озимой пшеницы в среднем за 2018-2020 гг.

Урожайность соломы озимой пшеницы на контрольном варианте (без применения удобрений) в годы проведения исследований варьировала от 2,36 до 3,89 т/га и в среднем за 3 года составила 3,14 т/га (таблица 21).

Таблица 21 – Урожайность соломы озимой пшеницы, т/га

Урожайность, т/га				Прибавка к контролю	
2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее за 3 года	т/га	%
контрольный вариант (без удобрений)					
3,18	3,89	2,36	3,14	-	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀					
4,36	5,05	3,81	4,41	1,27	40,3
фон + Рутер (0,5 л/т)					
4,41	5,45	4,09	4,65	1,51	48,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)					
4,53	5,91	4,30	4,91	1,77	56,5
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)					
4,51	5,95	4,20	4,89	1,75	55,6
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
4,76	5,61	4,12	4,83	1,69	53,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
4,61	5,93	4,22	4,92	1,78	56,7
фон 1+Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР					
4,57	5,47	4,20	4,75	1,61	51,2
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
4,81	5,76	4,30	4,96	1,82	57,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
4,56	5,91	4,36	4,94	1,80	57,4
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
4,41	5,86	4,28	4,85	1,71	54,5
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
4,45	5,56	4,30	4,77	1,63	51,9
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
4,56	5,67	4,28	4,84	1,70	54,0
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
4,67	5,76	4,31	4,91	1,77	56,5
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга					
4,70	5,32	4,29	4,77	1,63	51,9
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
4,53	5,54	4,22			
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул					
4,46	5,56	4,26	4,76	1,62	51,7

фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
4,55	5,66	4,13	4,78	1,64	52,2
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга					
4,60	5,71	4,05	4,79	1,65	52,4
фон + Сиамино + Гумифул + МКР					
4,53	5,69	4,10	4,77	1,63	52,0
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул					
4,60	5,70	4,18	4,83	1,69	53,7
НСР ₀₅					
0,30	0,32	0,19	0,24	-	-

Применение минеральных удобрений (фон) обеспечивало увеличение урожайности соломы по сравнению с контрольным вариантом в среднем за 2018-2020 гг. на 1,27 т/га или на 40,3%.

Использование органоминеральных удобрений во все сроки обеспечивало статистически достоверное увеличение урожайности соломы озимой пшеницы по сравнению с фоном минеральных удобрений.

Максимальная урожайность соломы сформирована на вариантах с применением для предпосевной обработки семян пшеницы органоминеральных удобрений Рутер (0,25 л/т) и Алга (0,25 л/т) и некорневым способом сочетания Софт Гард+Гумифул и Софт Гард+Гумифул, а также Гумифул + МКР и Гумифул + МКР. Увеличение урожайности по сравнению с контрольным вариантом (без применения удобрений) составило на этих вариантах на 1,80-1,82 т/га или на 57,4-57,9%, а по сравнению с фоном минеральных удобрений – на 0,53-0,55 т/га или на 17,1-17,6%.

Белковость зерна озимой пшеницы в 2018-2020 гг. на контрольном варианте (без применения 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 (таблица 22 и таблица 23).

Таблица 22 – Влияние удобрений на содержание белка в зерне озимой пшеницы, %

Содержание белка, %				
2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее за 3 года	прибавка к контролю
контрольный вариант (без удобрений)				
9,7	9,5	9,2	9,6	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀				
11,6	11,7	10,8	11,4	1,9
фон + Рутер (0,5 л/т)				
11,9	11,9	11,1	11,6	2,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)				
11,5	11,6	10,8	11,3	1,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)				
11,9	11,6	10,9	11,5	2,0
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
11,7	11,7	11,3	11,6	2,1
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
11,9	11,6	11,0	11,5	2,0
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР				
11,7	11,9	11,2	11,6	2,1
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
11,7	11,9	11,5	11,7	2,2
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
11,7	11,7	10,8	11,4	1,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
11,9	11,6	11,2	11,6	2,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
11,9	11,7	11,0	11,5	2,0
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
11,4	11,9	11,3	11,5	2,0
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
11,7	11,6	11,1	11,5	2,0
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга				
11,9	11,9	11,1	11,6	2,1
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
11,7	11,6	10,8	11,4	1,9
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул				
11,8	11,7	11,4	11,6	2,1

фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
12,1	12,0	12,1	12,1	2,6
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга				
12,1	12,1	12,2	12,1	2,6
фон + Сиамино + Гумифул + МКР				
12,3	12,1	12,1	12,2	2,7
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул				
12,1	12,3	12,3	12,2	2,7
НСР ₀₅				
0,34	0,39	0,50	0,38	-

Таблица 23 – Сбор белка в урожае зерна озимой пшеницы, кг/га

Сбор белка, кг/га				Прибавка к контролю	
2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее за 3 года	кг/га	%
контрольный вариант (без удобрений)					
225	249	139	204	-	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀					
355	401	322	359	155	76,2
фон + Рутер (0,5 л/т)					
389	477	363	410	206	100,9
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)					
376	477	340	398	194	94,9
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)					
388	454	349	397	193	94,5
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
413	507	389	436	232	113,8
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
369	477	374	407	203	99,3
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР					
404	508	392	435	231	113,0
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
374	461	408	414	210	103,1
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
414	467	349	410	206	101,0
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
402	477	383	421	217	106,2
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
415	495	376	429	225	110,2

фон+Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
408	503	384	432	228	111,7
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
413	487	383	428	224	109,7
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга					
400	482	383	422	218	106,7
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
410	472	367	416	212	104,1
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул					
421	535	402	453	249	122,0
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
399	492	393	428	224	109,9
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга					
397	488	390	425	221	108,3
фон + Сиамино + Гумифул + МКР					
407	491	390	429	225	110,5
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул					
399	487	391	426	222	108,7
НСР ₀₅					
11	13	14	26	-	-

Применение удобрений способствовало повышению белковости зерна озимой пшеницы и его сбора.

Максимальное увеличение белковости получено в среднем за 2018-2020 гг. на вариантах двукратным применением органоминеральных 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.

Содержание клейковины на контрольном варианте (без применения удобрений) в 2018-2020 гг. изменялось от 15,8 до 17,0% и в среднем за 3 года составило 16,5% (таблица 24). На контрольном варианте (без применения удобрений) товарный класс зерна соответствовал 5.

Таблица 24 – Влияние удобрений на содержание клейковины в зерне озимой пшеницы, %

Содержание коейковины, %				
2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее за 3 года	прибавка к контролю
контрольный вариант (без удобрений)				
16,7	17,0	15,8	16,5	-
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀				
18,5	19,2	18,8	18,8	2,3
фон + Рутер (0,5 л/т)				
20,2	20,5	20,9	20,5	4,0
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)				
22,5	20,6	20,8	21,3	4,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)				
21,3	22,4	20,4	21,4	4,9
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
20,1	19,8	20,1	20,0	3,5
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
20,8	22,2	19,6	20,9	4,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР				
21,0	22,0	20,0	21,0	4,5
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
22,0	20,5	20,3	20,9	4,4
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
21,4	21,0	19,5	20,6	4,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга				
20,8	21,0	20,0	20,6	4,1
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
22,3	20,6	20,6	21,2	4,7
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул				
22,8	21,6	20,6	21,7	5,2
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
20,6	20,8	19,6	20,3	3,8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга				
21,0	21,3	20,6	21,0	4,5
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР				
21,3	22,0	21,0	21,4	4,9
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул				
22,0	22,1	19,4	21,2	4,7

фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР				
23,8	24,2	23,6	23,9	7,4
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга				
24,1	23,9	24,1	24,0	7,5
фон + Сиамино + Гумифул + МКР				
24,6	23,3	24,0	24,0	7,5
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул				
23,9	24,8	23,9	24,2	7,7
НСР ₀₅				
1,0	0,9	0,8	1,1	-

Применение минеральных удобрений на варианте с их фоном увеличивало во все годы проведения полевых опытов 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% (таблица 18). Товарный класс зерна на этих вариантах опыта соответствовал 4.

При двукратном некорневом применении органоминеральных удобрений в фазы весеннего кущения и флагового листа количество клейковины увеличилось по сравнению с содержанием на вариантах с трёхкратным применением. В абсолютном выражении прибавка по сравнению с фоном минеральных удобрений достигала 5,1-5,4%. Товарный класс зерна на этих вариантах опыта соответствовал 3 классу. Вероятно, это можно объяснить тем, что на этих вариантах урожайность зерна была сформирована меньше, чем на вариантах с трёхкратным применением органоминеральных удобрений. Обработка семян озимой пшеницы способствовало более интенсивному развитию растений на начальном этапе вегетации. При одинаковом фоне азотного питания двукратное применение удобрений обеспечивало формирование большего содержания количества клейковины и белка в зерне озимой пшеницы.

6 ВЫНОС И БАЛАНС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Вынос азота зерном озимой пшеницы был наибольшим в 2018 и 2019 гг. и составил 34-37 кг/га, в соломе – 5-9 кг/га. Наименьший вынос этого макроэлемента получен в острозасушливом 2020 г. в основной продукции 21 кг/га, в побочной – 6 кг/га (таблица 25).

Таблица 25 – Вынос азота озимой пшеницей, кг/га

2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее за 3 года	
зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
контрольный вариант (без удобрений)							
34	5	37	9	21	3	31	6
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀							
53	8	60	12	49	6	54	9
фон + Рутер (0,5 л/т)							
59	9	72	14	55	7	62	10
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)							
57	8	73	15	51	6	60	10
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)							
57	9	68	14	53	7	59	10
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
62	10	76	16	59	7	66	11
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
55	10	72	16	56	7	61	11
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР							
61	10	76	16	59	7	65	11
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
56	11	70	16	61	8	62	12
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
62	9	70	14	53	7	62	10
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
60	10	72	15	58	8	63	11
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
63	9	76	13	57	7	65	10
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
62	10	75	15	58	8	65	11
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
63	10	74	15	58	9	65	11

фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга							
60	11	73	11	58	9	64	10
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
62	9	72	10	56	9	63	9
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул							
64	10	80	12	61	9	68	10
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
60	9	74	11	59	8	64	9
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга							
60	9	74	12	59	8	64	10
фон + Сиамино + Гумифул + МКР							
61	9	74	13	59	8	65	10
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул							
60	9	73	11	59	8	64	9
НСР ₀₅							
3	1	4	1	2	1	4	2

Применение минеральных удобрений в среднем за 2018-2020 гг. увеличивало вынос азота по сравнению с контрольным вариантом на 23 кг/га в зерне пшеницы и на 3 кг/га в соломе.

Наибольшее увеличение выноса азота зафиксировано под действием органоминеральных удобрений в основной продукции озимой пшеницы. Прибавки составили по сравнению с фоном минеральных удобрений 6-14 кг/га, в соломе – 1-2 кг/га и достигали максимума на вариантах с некорневым применением удобрений Софт Гард и Гумифул на фоне обработок семян перед посевом органоминеральными удобрениями.

В среднем за 2018-2020 гг. вынос фосфора основной продукцией составлял в зерне озимой пшеницы на контрольном варианте (без применения удобрений) достигал 7, в побочной – 4 кг/га (таблица 26).

Под влиянием минеральных удобрений этот показатель возрастал до 11 и 7 кг/га. Под действием органоминеральных удобрений вынос фосфора увеличивался по сравнению с фоном минеральных удобрений на 3 кг/га в основной продукции и на 2 кг/га в побочной продукции.

Таблица 26 – Вынос фосфора основной и побочной продукцией при выращивании озимой пшеницы, кг/га

2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее за 3 года	
зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
контрольный вариант (без удобрений)							
7	4	9	7	4	2	7	4
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀							
11	6	14	10	8	4	11	7
фон + Рутер (0,5 л/т)							
12	6	16	10	10	5	13	7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)							
11	6	16	13	8	6	12	8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)							
11	7	13	13	10	5	11	8
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
13	7	17	12	11	5	14	8
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
11	7	17	13	10	5	13	8
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР							
13	6	18	10	10	6	14	7
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
11	7	16	12	9	6	12	8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
12	6	16	12	9	6	12	8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
12	6	16	13	10	6	13	8
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
13	7	17	11	11	7	14	8
фон+Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
12	7	16	12	10	7	13	9
фон 1+ Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
13	7	16	14	9	6	13	9
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга							
11	6	15	12	9	6	12	8
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
12	6	16	14	10	7	13	9
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул							
12	7	17	14	11	6	13	9
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
12	6	14	11	10	6	12	8
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга							
12	7	16	12	10	6	13	8

фон + Сиамино + Гумифул + МКР							
13	6	17	12	8	7	13	8
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул							
11	6	17	12	9	8	12	9
НСР ₀₅							
2	1	2	1	1	1	2	1

Максимум вынос данного макроэлемента достигал на вариантах с некорневым применением монокалийфосфата в сочетании с органоминеральными удобрениями.

Наибольший вынос калия урожаем зерна озимой пшеницы приходился на побочную продукцию (солому). В среднем за 2018-2020 гг. вынос калия соломой пшеницы составил 47 кг/га, зерном - 8 кг/га (таблица 27).

Таблица 27 – Вынос калия основной и побочной продукцией при выращивании озимой пшеницы, кг/га

2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее за 3 года	
зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
контрольный вариант (без удобрений)							
9	46	11	63	4	32	8	47
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀							
13	66	20	83	10	52	14	67
фон + Рутер (0,5 л/т)							
14	65	23	89	11	58	16	71
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)							
13	67	23	99	11	63	16	76
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)							
13	67	22	97	11	60	15	75
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
17	72	23	92	13	60	18	75
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
13	71	23	99	13	64	16	78
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР							
14	70	26	87	12	61	17	73
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
13	70	23	95	12	64	16	77
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
15	69	24	98	13	66	17	77

фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга							
15	68	23	99	13	65	17	77
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
15	65	25	92	14	63	18	73
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул							
14	69	24	95	13	64	17	76
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
15	70	25	95	12	63	17	76
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга							
14	72	24	89	13	65	17	75
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР							
15	70	25	95	13	64	18	76
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул							
16	66	27	95	12	62	18	74
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР							
13	67	25	98	11	60	16	75
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга							
14	66	24	101	11	61	16	76
фон + Сиамино + Гумифул + МКР							
11	66	24	99	12	64	16	76
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул							
12	70	23	100	12	64	16	78
НСР ₀₅							
3	5	2	5	3	4	3	5

Применение минеральных и органоминеральных удобрений способствовало увеличению выноса общего калия растениями озимой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом на 6-10 кг/га в зерне и на 20-31 кг/га в соломе. Максимальный вынос калия достигнут на вариантах с применением монокалийфосфата с органоминеральными удобрениями и сочетания применения удобрений Софт Гард и Гумифул.

Наибольший суммарный вынос (основной и побочной продукцией) трёх макроэлементов был получен в 2019 году – 136 кг/га, в 2018 году – 105 кг/га и наименьшим в 2020 году – 66 кг/га (таблица 28).

Таблица 28 – Суммарный вынос азота, фосфора и калия основной и побочной продукцией при выращивании озимой пшеницы, кг/га

2018 год			2019 год			2020 год		
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)								
39	11	55	46	16	74	24	6	36
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀								
61	17	79	72	24	103	55	12	62
фон + Рутер (0,5 л/т)								
68	18	79	86	26	112	62	15	69
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)								
65	17	80	88	29	122	57	14	74
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)								
66	18	80	82	26	119	60	15	71
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
72	20	89	92	29	115	66	16	73
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга								
65	18	84	88	30	122	63	15	77
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР								
71	19	84	92	28	113	66	16	73
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул								
67	18	83	86	28	118	69	15	76
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
71	18	84	84	28	122	60	15	79
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга								
70	18	83	87	29	122	66	16	78
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР								
72	20	80	89	28	117	64	18	77
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул								
72	19	83	90	28	119	66	17	77
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
73	20	85	89	30	120	67	15	75
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга								
71	17	86	84	27	113	67	15	78
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР								
71	18	85	82	30	120	65	17	77
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул								
74	19	82	92	31	122	70	17	74
фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР								
69	18	80	85	25	123	67	16	71
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга								
69	19	80	86	28	125	67	16	72

фон + Сиамино + Гумифул + МКР								
70	19	77	87	29	123	67	15	76
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул								
69	17	82	84	29	123	67	17	76
НСР ₀₅								
3	2	4	3	3	4	2	2	4

Под влиянием минеральных удобрений общий вынос NPK возрастал по сравнению с контрольным вариантом на 52 кг/га в 2018 году, в 2019 г. – на 63 кг/га и на 63 кг/га в 2020 году.

В 2018 году наибольший вынос трёх макроэлементов обеспечивало применение органоминерального 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 удобрениями Рутер и Лейли и некорневым применением Софт Гард и Гумифул. Прибавки к фону минеральных удобрений в 2019 году общегыноса NPK достигали 46 кг/га, в 2020 году - 32 кг/га.

Учитывая, что побочная продукция озимой пшеницы (солома) не отчуждается с поля, баланс основных элементов питания рассчитан только по выносу основной продукцией (зерном) озимой пшеницы.

На всех вариантах опыта, кроме контрольного, на котором удобрения не вносились, достигнут положительный баланс макроэлементов. На варианте с фоном минеральных удобрений профицит NPK в среднем за 2018-2020 гг. достигал 38-21-18 кг/га (таблица 29).

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.

Таблица 29 – 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

Продолжение таблицы 29

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

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Экономическая оценка системы удобрений позволяет сделать вывод о целесообразности её применения на производстве. При расчетах использовали фактические затраты на производство продукции и закупочные цены в 2023 году. Экономическая эффективность применения удобрений под озимую пшеницу определялась по следующим показателям: затраты на выращивание продукции на 1 га, стоимость продукции на 1 га, себестоимость 1 т произведенной продукции (отношение затрат на выращивание продукции на 1 га к урожайности зерна, т/га), условный чистый доход с 1 га (стоимость товарной продукции за вычетом дополнительных затрат) и рентабельность применения удобрений (отношение условно чистого дохода к затратам). Транспортировка дополнительно полученной продукции на вариантах с удобрениями были рассчитаны как 200 руб./тонну. Цена органоминеральных удобрений составила: корнеобразователь Рутер 1700 руб./литр, Софт Гард – 1050 руб./литр, Гумифул – 960 руб./кг, Дабл Вин монокалийфосфат – 378 руб./кг, Лейли 2000 – 2200 руб./литр, Алга 1000 – 180 руб./литр и Сиамино Про – 2500 руб./литр. Затраты на применение органоминеральных удобрений не учитывались, так как их использование сочеталось с обработками СЗР. Стоимость азофоски (16-16-16) – 40 600 руб./тонну, аммиачной селитры – 22 350 руб./тонну, мочевины – 42 000 руб./тонну.

Для расчета стоимости продукции были использованы следующие закупочные цены: 14500 рублей за 1 тонну зерна озимой пшеницы 3 класса, 12900 рублей – 4 класса и 10500 рублей – 5 класса.

Анализ экономической эффективности выращивания озимой пшеницы показал, что уровень рентабельности на контрольном варианте (без применения удобрений) составил 12%, при себестоимости 1 кг зерна 9,4 рублей (таблица 30).

Таблица 30 – 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

фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,55	51475	34615	9,8	16860	49
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,50	50750	34021	9,7	16729	49
фон + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,53	51185	34917	9,9	16268	47
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул					
3,48	50460	33523	9,6	16937	51

На варианте с применением минеральных удобрений уровень рентабельности составил 25%, себестоимость производства - 10,4 руб./кг, уровень условно чистого дохода достигал 8045 руб./га.

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

Анализ биоэнергетической эффективности показал, что применение минеральных и органоминеральных удобрений обеспечивало увеличение в среднем за 2018-2020 гг. затрат совокупной энергии на 9,5-9,7 ГДж/га (таблица 31).

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.

Таблица 31 – Биоэнергетическая оценка применения удобрений под озимую пшеницу. Среднее за 2018-2020 гг.

Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергия, накопленная в урожае, ГДж/га	Энергетическая эффективность	Энергоемкость продукции, ГДж/т	Прирост энергии в урожае сухого вещества, ГДж/га
контрольный вариант (без удобрений)					
2,15	11,2	41,0	3,66	5,21	29,8
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀					
3,16	20,7	60,2	2,91	6,55	39,5
фон + Рутер (0,5 л/т)					
3,52	20,8	67,1	3,23	5,91	46,3
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)					
3,43	20,8	65,3	3,14	6,06	44,5
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)					
3,46	20,8	65,9	3,17	6,01	45,1
фон + Рутер (0,5 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,77	20,9	71,8	3,44	5,54	50,9
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,64	20,9	69,3	3,32	5,74	48,4
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР					
3,74	20,9	71,2	3,41	5,59	50,3
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
3,89	20,9	74,1	3,55	5,37	53,2
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,63	20,9	69,2	3,31	5,76	48,3
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,60	20,9	68,6	3,28	5,81	47,7
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,67	20,9	69,9	3,34	5,69	49,0
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул					
3,74	20,9	71,2	3,41	5,59	50,3
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)+ Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,73	20,9	71,1	3,40	5,60	50,2
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,62	20,9	69,0	3,30	5,77	48,1
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т) + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,66	20,9	69,7	3,33	5,71	48,8
фон + Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард +Гумифул					
3,89	20,9	74,1	3,55	5,37	53,2

Продолжение таблицы 31

фон + Гумифул + МКР+ Гумифул + МКР					
3,55	20,8	67,6	3,25	5,86	46,8
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга					
3,50	20,8	66,7	3,21	5,94	45,9
фон + Сиамино + Гумифул + МКР					
3,53	20,8	67,2	3,23	5,89	46,4
фон + Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул					
3,48	20,8	66,3	3,19	5,98	45,5

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 кушения 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 кушения 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов, Е.В. Использование НРК удобрений яровым ячменём и зерновым сорго / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев. – пос. Персиановский, 2008. – 138 с.
2. Агафонов, Е.В. Микроэлементы – ТМ в исследованиях кафедры агрохимии ДонГАУ / Е.В. Агафонов. – Издательство ООО «Полиграфический комплекс ЭСМА-ПРИНТ», п. Каменоломни, 2012. – 262 с.
3. Агафонов, Е.В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном чернозёме / Е.В. Агафонов - М.: Изд-во ТСХА. - 1992. – 160 с.
4. Агафонов, Е.В. Почвы и удобрения Ростовской области / Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов, - п. Персиановский. – 1999. – 95 с.
5. Агеев, В.В. Планирование, методология, методика, модификации длительных опытов с удобрениями и математика–статистические методы обработки экспериментальных данных: методические указания / В.В. Агеев, А.И. Подколзин, С.В. Динякова. – Ставрополь: СтГАУ, 2007. – 384 с.
6. Агеев, В.В. Системы удобрения в севооборотах Юга России / В.В. Агеев, А.И. Подколзин. – Ставрополь, 2001. – 352 с.
7. Агрохимические принципы программирования урожайности озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности : монография / А.Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко, С. А. Коростылев, Е. В. Голосной. — Ставрополь : СтГАУ, 2020. — 204 с.
8. Агрохимия / Г.Г. Романов, Г.Я. Елькина, А.А. Юдин, Н.Т. Чеботарев; Под ред.: Лодыгин Е. Д.. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 148 с.
9. Агрохимия / Э.А. Муравин, В.И. Титова. – М.: КолосС, 2010. – 463 с.
10. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков [и др.] ; под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. — 854 с.
11. Агрохимия: учебник / М.А. Габибов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, Г.Н. Фадькин. — Рязань: РГАТУ, 2020. — 404 с.

12. Агрохимия: учебник / Э.А. Муравин, Л.В. Ромодина, В.А. Литвинский. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с.
13. Аристархов, А.Н. Приоритеты применения различных видов, способов и доз микроудобрений под озимые и яровые сорта пшеницы в основных природно-сельскохозяйственных зонах России / А.Н. Аристархов, Н.Н. Бушуев, К.Г. Сафонова // Агрохимия. – 2012. - №9. – С. 26-40.
14. Банников, А.Г. Основы экологии и охраны окружающей среды / А.Г. Банников. - М.: Колос, 1999. - 304 с.
15. Баранов, Н.Н. Основные элементы методики определения экономической эффективности удобрений / Н.Н. Баранов // Химия в сельском хозяйстве. - 1966. - №9. – С.63-67.
16. Баршадская, С.И. Повышение продуктивности озимой пшеницы в различных севооборотах на обыкновенном черноземе Северного Кавказа: автореф. дис...д-ра с.-х. наук / С.И. Баршадская. – Краснодар, 2005. – 46 с.
17. Баршадская, С.И. Продуктивность озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края / С.И. Баршадская, А.А. Романенко, А.А. Квашин. – 2-е дополненное издание, Краснодар: Изд-во КНИИИСХ им. П.П. Лукьяненко, 2010. – 254 с.
18. Безуглова, О.С. Почвы Ростовской области: учебное пособие / О.С. Безуглова, М. М. Хырхырова. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2008. – 352 с. – Текст: непосредственный.
19. Бесланеев, С.М. Влияние удобрений на качество сельскохозяйственной продукции / С.М. Бесланеев, М.Б. Багов, О.М. Булатова / Агрохимический вестник. - 2008. - № 1. – С. 39.
20. Бобренко, И.А. Эффективность применения микроудобрений под озимую пшеницу на лугово черноземной почве западной Сибири // И.А. Бобренко / Плодородие. - 2011. - № 4. – С. 34.

21. Вакуленко, В.В. Влияние регуляторов роста на урожайность сельскохозяйственных культур в различных зонах России / В.В. Вакуленко // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. - №1. – С. 24-26.
22. Васильченко, С.А. Влияние биопрепаратов и микроудобрений на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области / С.А. Васильченко, Г.В. Метлина // *Зерновое хозяйство России*. – 2013. - №5. – С. 51-53.
23. Васин, В. Г. Растениеводство: учебное пособие / В. Г. Васин, А. В. Васин, Н.Н. Ельчанинова. - 2-е изд., доп. и перераб. — Самара: СамГАУ, 2009. — 528 с.
24. Вафина, Э.Ф. Реакция ярового рапса сорта Галант на обработку посевов микроудобрениями / Э.Ф. Вафин, И.Ш. Фатыхов, А.О. Мерзлякова // *Достижение науки и техники*. – 2014. - №8. – С. 24-25.
25. Вильфдлуш, О.И. Продуктивность, вынос элементов и агроэкономическая эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой и озимой пшеницы / И.Р. Вильфдлуш, О.И. Мишура, С.Р. Чуйко // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2018. - №1. – С. 23-27.
26. Вислобокова, Л. Н. Удобрение пшеницы озимой в условиях ЦЧЗ Тамбовской области / Л. Н. Вислобокова, О. М. Иванова // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – № 1. – С. 42–45.
27. Влияние биоудобрений и регуляторов роста на урожайность подсолнечника / Л.П. Бельтюков, Г.М. Ситало, В.М. Мажаро, Е.К. Кувшинова, В.Г. Донцов // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2017. – Т.1. - №37-1. – С. 46-52.
28. Влияние длительного применения удобрений на показатели роста, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / С.Х Дзанагов, Т.К. Лазаров, Б.С. Калоев, З.А. Кубатиева и др. / *Агрохимия*. – 2019. - № 4. – С. 31-38.
29. Влияние доз и сроков применения минеральных удобрений на формирование урожайности озимой пшеницы / Р.А. Хакимов, С.А. Никифорова [и др.] //

Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (50). — С. 82-90.

30. Влияние предшественников на продуктивность и качество озимой пшеницы в севооборотах в Центральном Черноземье / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова [и др.] // Центральный научный вестник. – 2019. – Т.4. -№3 (68). – С.17-19.

31. Влияние расчетных доз минеральных удобрений на динамику агрохимических показателей чернозема выщелоченного / А.Н. Есаулко, С.А. Коростылев, Е.В. Голосной, Е.А. Саленко и др.// Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тезисы докладов VII Съезда почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с международным участием научной конф. – Белгород, 2016. – С. 151–152.

32. Влияние систематического внесения удобрений и предшественников на урожай и качество зерна озимой пшеницы / А.В. Федюшкин, С.В. Пасько, А.В. Парамонов, В.И. Медведева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017. - № 4 (66). - С. 65-68

33. Влияние системы удобрения на агроэкологические свойства почвы, урожайность, содержание сырой клейковины, аминокислотного и элементарного состава в зерне мягкой озимой пшеницы / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, В.В. Мамеев, В.В. Ториков, А.А. Осипов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 1 (46). - С. 8-20.

34. Влияние хелатных микроудобрений на урожайность и качественные характеристики растениеводческой продукции / Э.Ш. Загиров, Р.Н. Сагитова, И.А. Гайсин, М.А. Тихонова // Агрохимический вестник. – 2014. – №4. – С. 9-13.

35. Галкина, О.В. Комплексное применение минеральных удобрений и биопрепаратов для инокуляции семян озимой пшеницы / О.В. Галкина, А. Л. Тарасов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. — 2022. — № 1. — С. 83-87.

36. Глухих, М.А. Динамика содержания азота в выщелоченном чернозёме при длительном внесении удобрений / М.А. Глухих, Т.С. Калганова, О.Б. Собянина // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 18–19.
37. Горовцов, А.В. Влияние гуминовых веществ на микробиологическую активность почвы под плодовыми культурами // А.В. Горовцов, О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, А.Е. Попов / «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 18; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-18/article-2>
38. Грабовец, А.И. Озимая пшеница. Монография / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко. – Ростов-на-Дону: «Издательство «Юг», 2007. – 600 с.
39. Грабовец, А.И. Роль некорневых подкормок при возделывании озимых пшеницы и тритикале в условиях засухи // А.И. Грабовец, К.Н. Бирюков / Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 36-39.
40. Громаков, А.А. Эффективность аминокислотного комплекса цитоамин на подсолнечнике в приазовской зоне Ростовской области / А.А. Громаков, Г.Е. Мажуга // Современные научные исследования в АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации: Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 22 декабря 2022 года. Том I. – п. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2022. – С. 40-44.
41. Губанов, Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов. - М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.
42. Губашиев, Б.Х. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от почвенно-климатических условий и уровня минерального питания в Кабардино-Балкарской Республике: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук // Б.Х. Губашиев. - Нальчик. - 2000. – 24 с.
43. Гуминовые препараты и структурное состояние черноземных и каштановых почв Ростовской области: монография / Безуглова О.С., Лыхман В.А., По-

лиенко Е.А., Горовцов А.В.; Федеральный Ростовский аграрный научный центр; Издательство ООО «АзовПринт», 2020. – 188 с.

44. Данилов, А.Г. Зависимость урожайности озимой пшеницы от сорта и доз удобрений // А.Г. Данилов. - Урожай и качество продукции растениеводства. — 1985. — С. 14–21.

45. Действие удобрений на эффективное плодородие чернозема выщелоченного, урожайность, качество урожая сельскохозяйственных культур и продуктивность звена полевого севооборота / С.Х. Дзанагов, Т.К. Лазаров, А.Е. Басиев, З.Т. Кануков и др. // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 53. – № 2. – С. 18–27

46. Дзанагов, С.Х. Агрохимия регионов Центрального Предкавказья. / Учебное пособие. Владикавказ: Изд. Горского ГАУ, 2016. – 392 с

47. Дзанагов, С.Х. Питание и удобрение сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, кукуруза, картофель): монография / С.Х. Дзанагов. — Владикавказ: Горский ГАУ, 2020. — 332 с.

48. Долбилин, А.В. Влияние препаратов Микромак и Микроэл на ростовые процессы и физиологические показатели озимой пшеницы / А.В. Долбилин, А.В. Лянденбургская // Нива Поволжья. - 2016. - № 1 (38). - С. 9-15.

49. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов, - М.: Агропромиздат, 1985. - С. 351.

50. Дридигер, В.К. Влияние минеральных удобрений на полевою всхожесть и урожайность озимой пшеницы при возделывании по технологии no-till / В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 2 (30). – С. 134–137.

51. Дубовик, Д.В. Влияние агротехнических приемов в различных погодных условиях на урожай зерна озимой пшеницы // Д.В. Дубовик, Д.Ю. Виноградов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 44-46.

52. Дубовик, Д.В. Содержание подвижного марганца в почве в зависимости от агротехнических факторов и экспозиции склона / Д.В. Дубовик // Плодородие. – 2009. – № 4 (49). – С. 42–44.
53. Дудкина, Т.А. Влияние различных севооборотов, доз минеральных удобрений и погодных условий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье / Т.А. Дудкина // Таврический вестник аграрной науки. — 2022. — № 1. — С. 30-40.
54. Евтефеев, Ю.В. Основы агрономии / Ю.В. Евтефеев, Г.М. Казанцев. – Москва: ФОРУМ, 2013. – 368 с.
55. Есаулко, А. Н. Оптимизация систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья как фактор повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур / Александр Николаевич Есаулко: автореф.. дисс. ... д.-ра с.-х. наук ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2006. – 48 с.
56. Есаулко, А.Н. Повышение эффективности применения удобрений на основе оптимизации систем удобрения в севооборотах Центрального Предкавказья (к 40-летию стационара СтГАУ) / А.Н. Есаулко, Л.Н. Петрова, В.В. Агеев // Плодородие. – 2017. – № 1 (94). – С. 8–11.
57. Есаулко, А.Н. Пути оптимизации систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья / А.Н. Есаулко. – Ставрополь: Агрус, 2006. – 303 с.
58. Ефимов, В.Н. Система удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко. – М.: КолосС, 2003. – 320 с.
59. Жариков, М.Г. Испытание нового органоминерального удобрения с ростостимулирующей активностью «Арксойл» на озимой пшенице в условиях Краснодарского края / М.Г. Жариков, А.Х. Кочкаров // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: материалы Международной научной экологической конференции. - 2018. - С. 471-477.

60. Жиленко, С.В. Эффективность агрохимических приемов возделывания озимых зерновых культур на черноземных почвах Краснодарского края / С.В. Жиленко, Н.И. Аканова, Л.Б. Винничек // Агрохимия. - 2016. - № 4. - С. 18-24.
61. Заришняк, А.С. Роль микроудобрений в повышении продуктивности сахарной свеклы / А.С. Заришняк, О.П. Стрилец // Сахарная свекла. – 2013. - №4. – С. 10-12.
62. Зеленев, А. В. История и методология научной агрономии : учебное пособие / А. В. Зеленев, В. И. Филин, А. Ю. Москвичев. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2018. — 360 с.
63. Значение озимой и яровой пшеницы в производстве продуктов питания / Н.В. Долгополова, В.А. Скрипник, О.М. Шершнёва, Ю.В. Алябьева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. - № 5. - С. 52-56.
64. Зубкова, Т.В. Влияние комплексных микроудобрений на качество и урожайность семян ярового рапса / Т.В. Зубкова, В.А. Гулидова // Земледелие. – 2012. - №8. – С.44-45.
65. Иванов, С.В. Влияние регуляторов роста на урожайность, масличность и сбор масла подсолнечника сорта Чакийский 77 в условиях Тамбовской области / С.В. Иванов, З.И. Мазурина, И.И. Мустафин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. - №3 (163). – С. 55-58.
66. Ивановский, М.Н. Роль микроудобрений в формировании продуктивности в условиях Центрального Черноземья / М.Н. Ивановский, К.Л. Родионов, А.В. Малыхин // Сахарная свекла. – 2013. - №1.- С. 27-29.
67. Изменение агрохимических свойств почвы и водного режима в зависимости от предшественников озимой пшеницы в условиях Юго-Востока Центрально-Черноземной зоны / В.И. Турусов, О. А. Богатых, Н. В. Дронова, Е.А. Балюнова // Научно-агрономический журнал. – 2019. – № 3(106). – С. 10-12.

68. Изучение доз и способов ранневесенней подкормки озимой пшеницы на черноземе обыкновенном // А.Ф. Донцов, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида, Д.А. Шевченко / *Агрехимический вестник*. – 2012. – № 6. – С. 22-24
69. Каменев, Р.А. Использование птичьего помета для оптимизации питания полевых культур на черноземных почвах в степной зоне Северного Кавказа: дис. ... докт. с.х. наук : 06.01.04 / Каменев Роман Александрович. – пос. Персиановский, 2017. – 526 с.
70. Карпова, Л.В. Технологические качества зерна яровой мягкой пшеницы / Л.В. Карпова // *Актуальные проблемы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию кафедры общего земледелия*. – Пенза, 2004. – С. 213–214.
71. Каюмов, М.К. Программирование урожаев / М.К. Каюмов. – М.: Московский рабочий, 1981. - 160 с.
72. Кидин В.В. Система удобрений / В.В. Кидин. – М.: Изд-во РГАУ-ТСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 534 с.
73. Кидин, В.В. Агрехимия: учебник / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – М.: Проспект, 2016. – 608 с.
74. Коломейченко, В. В. Полевые и огородные культуры России. Зерновые: монография / В. В. Коломейченко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 472 с.
75. Коломейченко, В.В. Растениеводство. – М.: Агро-бизнесцентр, 2007. – 600 с.
76. Костин, В.И. Влияние микроэлементов-синергистов на фотосинтетические показатели урожайности озимой пшеницы / В.И. Костин, Ф.А. Мударисов, А.И. Семашкина // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2017. - № 4 (40). - С. 30-35.
77. Кочурко, В.И. Роль микроэлементов в формировании урожайности сои / В.И. Кочурко, Е.Э. Абарова // *Земледелие*. – 2014. - №8. – С. 30-32.

78. Кривобочек, В.Г. Селекция и некоторые особенности возделывания яровой пшеницы в Пензенской области / В.Г. Кривобочек // Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава и специалистов сельского хозяйства. – Пенза, 1997. – С. 51–53.
79. Кузнецов, Н.П. Севооборот и удобрение / Н.П. Кузнецов, М.А. Габибов // Земледелие. – 2001. – № 6. – С. 22.
80. Кулагин, Д.В. Динамика содержания макро и микроэлементов под озимой пшеницей в результате реминерализации чернозема выщелоченного / Д.В. Кулагин, А.Н. Есаулко, В.В. Кукушкина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. - С. 135-145.
81. Лабынцев, А.В. Применение жидких и твердых азотно-фосфорных удобрений на озимой пшенице и влияние их на урожайность зерна / А.В. Лабынцев, М.А. Щепетьев // Плодородие. – 2012. - №6. – С. 2-3.
82. Лазарев, В.И. Эффективность микроэлементов удобрений Мегамикс-Бор и Мегамикс-Профи на посевах сахарной свёклы / В.И. Лазарев, В.А. Скрипин, Е.А. Енютина // Материалы Международной научно-практической конференции. Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса. - 2016. - С. 42-44.
83. Лебедева, Т.Б. Система удобрений: методические указания / Т.Б. Лебедева, Т.А. Власова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2011. – 110 с.
84. Левкин, В.Н. Теоретические и технологические аспекты формирования высокопродуктивных посевов озимой пшеницы для условий Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / В.Н. Левкин. – Волгоград, 2007. – 30 с.
85. Луговкин, В.В. Формирование запрограммированных урожаев озимой пшеницы при разных нормах высева и технологиях возделывания в условиях Северной части Центрального района России: автореф. дис. канд. с.-х. наук. — Тверь, 2004. — 23 с.

86. Лухменёв, В.П. Влияние удобрений, фунгицидов и регуляторов роста на продуктивность подсолнечника / В.П. Лухменёв // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. - №1 (51). – С. 41-46.
87. Магомедов, Ш.М. Отзывчивость озимой пшеницы на внесение макро- и микроудобрений в условиях в условиях приморской подпровинции республики Дагестан / Ш.М. Магомедов, А.А. Магомедова // Проблемы развития АПК региона. — 2019. — № 40. — С. 99-102.
88. Мажуга, Г. Е. Эффективность агрохимиката Фолирус Гуф марки: Фолирус Плодовые на яблоне в условиях Приазовской зоны Ростовской области / Г. Е. Мажуга, А. А. Громаков, В. В. Турчин // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 135-летию со дня рождения селекционера по косточковым культурам, кандидата сельскохозяйственных наук Е.П. Финаева : Сборник научных трудов конференции, Кинель, 24 ноября 2022 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 119-123.
89. Малкандуев, Х.А. Влияние минеральных удобрений и условий возделывания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы (обзор) / Х.А. Малкандуев, Р. И. Шамурзаев, А. Х. Малкандуева // Проблемы развития АПК региона. — 2022. — № 51. — С. 80-86.
90. Малюга, Н. Г. Агротехнология, урожай и качество зерна озимой пшеницы на Кубани / Н. Г. Малюга, А. И. Радионов, А. В. Загорулько – 1/2 185 Краснодар : КубГАУ, 2004. – 250 с.
91. Манашов, Д.А. Значение микроэлементов и ультрамикроэлементов в современных условиях возделывания сельскохозяйственных культур / Д.А. Манашов // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2015. - №1 (15). – С. 34-39.
92. Манжеев, Ч.С. Влияние биостимулятора роста Эдагум СМ на продуктивность сортов озимой пшеницы в Республике Калмыкия / Ч.С. Манжеев // в

сборнике: ADVANCED SCIENCE сборник статей III Международной научно-практической конференции: в 2 ч. - 2018. - С. 168-170.

93. Маркин, Б.К. Особенности формирования и моделирования качества зерна яровой мягкой пшеницы / Б.К. Маркин // Зерновые культуры. – 2000. – № 6. – С. 15–17.

94. Мельник, А.Ф. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы / А.Ф. Мельник, А.Ф. Мартынов / Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (35). – С. 23–27

95. Мельникова, О. В. Теория и практика биологизации земледелия: монография / О. В. Мельникова, В. Е. Ториков. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 384 с.

96. Минеев, В.Г. Агрохимические основы повышения качества пшеницы / В. Г. Минеев, Л. Н. Павлов. – Москва: Колос, 1984. – 288 с.

97. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев; 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГУ; Колос, 2004. – 720 с.

98. Мицурин, А.М. Влияние жидких микроэлементных смесей на продуктивность подсолнечника и яровой пшенице в условиях Кулундинской степи Алтайского края / А.М. Мицурин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. - №8 (154). – С. 9-13.

99. Мишин, Н.Н. Формирование продуктивности, посевных и технологических качеств зерна яровой пшеницы в зависимости от приемов выращивания в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.Н. Мишин. – Пенза, 2004. – 22 с.

100. Научные основы повышения качества зерна озимой пшеницы в ЦЧР / Г.И. Уваров, В.Д. Соловиченко, С.И. Смуров [и др.]. Белгород: БелГСХА, 2009. 128 с.

101. Новичихин, Л.М. Эффективность применения современных агропрепаратов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / Л.М. Новичихин

хин, Н.В. Щеглов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. - №3. – С. 40-47.

102. Овсяникова, Г.В. Возделывание озимой пшеницы в зернопаропропашном севообороте при систематическом внесении удобрений // Г.В. Овсяникова, С.А. Раева, М.Е. Кравченко // Зерновое хозяйство России. - №6.- 2011. - С.46-48.

103. Орлова, Э.Д. Влияние микроэлементов на химический состав и урожай яровой пшеницы на почвах Омской области: автореф. дис. ... канд. с.- х. наук / Э.Д. Орлова. – Омск, 1968. – 27 с.

104. Осипов, А.И. Эффективность микроудобрений Аквадон-Микро на посевах озимой пшеницы / А.И. Осипов, Д.Ф. Суворов, Е.С. Шкрабак // Агрохимический вестник. – 2013. - №2. – С.16-17.

105. Особенности некорневой подкормки жидкими удобрениями на минеральное питание, урожайность и качество семян озимой пшеницы / И.Х. Вафин, Р.И. Сафин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (70). - С. 13-18.

106. Пестряков, А.М. Нормы высева яровой пшеницы Симбирка при различных дозах удобрений / А.М. Пестряков // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 8. – С. 12–15.

107. Петров, Б.А. Минеральное питание растений: справочное пособие для студентов и огородников / Б.А. Петров, Н.Ф. Селиверстов. - Екатеринбург, 1998. - 79 с.

108. Петров, Б.А. Минеральное питание растений: справочное пособие для студентов и огородников / Б.А. Петров, Н.Ф. Селиверстов. - Екатеринбург, 1998. - 79 с.

109. Петрова, Л.Н. Эффективность основных факторов интенсивного возделывания озимой пшеницы при разных погодных условиях / Л.Н. Петрова // Эффективность производства зерна на Ставрополе: Ставроп. НИИСХ - Ставрополь, 1985. - С. 3-24.

110. Пигарев, И.Я. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье / И.Я. Пигарев, А.А. Тарасов, С.А. Тарасов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. - №9. – С. 94-99.
111. Пискарева, Л.А. Влияние различных уровней удобренности и агрохимикатов на урожайность озимой пшеницы / Л.А. Пискарева, Е.Г. Бочарникова // Центральный научный вестник. – 2018. – Т.3. - №9 (50). – С.44-45.
112. Попова, В.И. Оптимизация применения микроудобрений при возделывании озимой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.И. Попова. – Омск, 2018. – 22 с.
113. Приходько, А.В. Применение регуляторов роста растений на пшенице озимой в условиях степного Крыма / А.В. Приходько, Е.В. Ремесло // Таврический вестник аграрной науки. - 2017. - №1 (9). – С. 65-70.
114. Прокина, Л.Н. Влияние минеральных удобрений и микроэлементов на фоне известкования почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зернотравяном севообороте / Л.Н. Прокина // Достижения науки и техники АПК. - 2015. - Т. 29. - № 3. - С. 13-15.
115. Прошкин, В. А. Эффективность применения минеральных удобрений под озимую пшеницу на различных почвах Российской Федерации / В. А. Прошкин, Ю. С. Авдеев, А. П. Смирнов // Агрохимия. – 1997. – № 1. – С. 54 – 57.
116. Пугаев, С.В. Влияние агротехнологических приемов на накопление тяжелых металлов озимой пшеницей на черноземе выщелоченном тяжелосуглинстом / С.В. Пугаев // Агрохимия. - 2016. - № 4. - С. 70-77.
117. Пшеничный, А.Е. Сильной и ценной пшенице – высокую агротехнику / А.Е. Пшеничный // Зерновое хозяйство. – 1987. – № 6. – С. 9–13
118. Ресурсосберегающие технологии и техника в растениеводстве: информационно-справочные материалы к Всероссийской выставке-демонстрации "День Российского поля". - М.: Росинформагротех, 2009.

119. Савенко, О.В. Эффективность листовых подкормок сахарной свеклы удобрениями-биостимуляторами «Агритекно Фертилизантес» / О.В. Савенко // Сахарная свекла. – 2012. - №4. – С.24-26.
120. Самотенко, А.С. Влияние микроэлементов и серы на урожайность и качество озимой пшеницы в условиях типичного и обыкновенного чернозёмов воронежской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук / А.С. Самотенко. – Москва, 2011. – 24 с.
121. Сандухадзе, Б.И. Изменение качественных показателей озимой пшеницы в связи с использованием дробной подкормки азотом и обработкой Альто-Супер // Б.И. Сандухадзе, Е.В. Журавлева, К.Н. Михайлов / Агрехимический вестник. – 2007. – № 3. – С. 25-27.
122. Саранин, К.И. Агротехника. Пшеница в Нечерноземье / К.И. Саранин - Л.: Колос, 1983. – 357 с.
123. Саранин, К.И. Озимая пшеница / К.И. Саранин. - М.: Колос, 1973. – 273 с.
124. Сатипов, Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы // Г. Сатипов, С. Бобожонова / Сборник республиканской науч.-практ. конференции. – Ташкент, 2011. – С. 190–192.
125. Семенюк, О.В. Влияние комплексных жидких органоминеральных удобрений на зимостойкость растений озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / О.В. Семенюк // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2019. - Т.56. -№2. – С.42-48.
126. Семина, С.А. Хлебопекарные свойства различных сортов яровой пшеницы / С.А. Семина // Актуальные проблемы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию кафедры общего земледелия ПГСХА. – Пенза, 2004. – С. 213
127. Симатин, Т.В. Эффективность применения физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Т.В. Симатин, Л.Р. Оганян, Ф.В. Ерошенко // Известия Гор-

ского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 56. - №1. – С. 36-43.

128. Скрипин, В.А. Эффективность борных моноудобрений при возделывании сахарной свёклы в условиях черноземных почв Курской области / В.А. Скрипин, Е.Ю. Калугина / Инновационная деятельность в модернизации АПК. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. - 2017. - С. 137-139.

129. Смольский, Е.В. Системы удобрения в агроландшафтах : учебное пособие / Е.В. Смольский. — Брянск : Брянский ГАУ, 2019. — 116 с.

130. Сокаев, К.Е. Влияние биопрепаратов и микроудобрений на продуктивность кукурузы в предгорной зоне РСО-Алания / К.Е. Сокаев, В.В. Бестаев – Текст: непосредственный // Агрехимический вестник. – 2012. - №2. – С. 20-21.

131. Соколовский, А.А. Краткий справочник по минеральным удобрениям / А.А. Соколовский, Т.П. Унанянц. - М.:Химия, 1977. – 376 с.

132. Сорока, Т.А. Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста, микроэлементами и препаратом Росток на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при возделывании на черноземе южном / Т.А. Сорока, В.Б. Щукин, Н.В. Ильясова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017. - № 2 (64). - С. 21-24.

133. Сорока, Т.А. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при использовании регуляторов роста и препарата Росток в технологии её возделывания на черноземе южном Оренбургского Предуралья / Т.А. Сорока, В.Б. Щукин, Н.В. Ильясова – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. -№1 (63). – С. 11-14.

134. Сорокина, О.А. Система применения удобрений: учеб. пособие / О.А. Сорокина, Е.Н. Белоусова. – Красноярск, 2010. – 123 с.

135. Стукалов, М.Ю. Влияние регуляторов роста растений и микроудобрений на содержание биологически активных веществ в семенах подсолнечника /

М.Ю. Стукалов, В.Н. Петриченко // *Агрехимический вестник*. – 2013. - №3. – С. 31-33.

136. Сычев, В.Г. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления / В.Г. Сычев, А.Н. Аристархов, А.Ф. Харитонova, В.П. Толстоусов, Н.К. Ефимова, Н.Н. Бушуев. – Москва: ВНИИА, 2009. – 520 с.

137. Тагиров, М.Ш. Влияние уровня азотного питания микроэлементов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях северных районов Среднего Поволжья / М.Ш. Тагиров, И.Д. Фадеева, И.Н. Газизов // *Достижения науки и техники АПК*. - 2014. - № 9. - С. 34-36.

138. Торицов, В. Е. Система удобрения в адаптивном земледелии / В.Е. Торицов, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 196 с.

139. Торицов, В.Е. Влияние системы удобрения на агроэкологические свойства почвы, урожайность, содержание сырой клейковины, аминокислотного и элементного состава в зерне мягкой озимой пшеницы / В.Е. Торицов [и др.] // *Вестн. Ижевской гос. с.-х. академии*. — 2016. — № 1 (46). — С. 8–20.

140. Троц, Н.М. Агрехимия: учебное пособие / Н.М. Троц, М.А. Габибов, Д.В. Виноградов. — Самара: СамГАУ, 2021. — 165 с.

141. Турчин, В.В. Обеспеченность чернозёма обыкновенного различными формами калия и эффективность калийных удобрений на озимой пшенице и кукурузе на силос: дис. ... канд. с.-х. наук / В.В. Турчин, 2007. - пос. Персиановский. - 210 с.

142. Ульянова, О.А. Система применения удобрений: учебно-методическое пособие / О.А. Ульянова. — Красноярск: КрасГАУ, 2017. — 124 с.

143. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при применении удобрений и прямом посеве на черноземе обыкновенном в условиях Ставрополья / Н.Н. Шаповалова, А.А. Воропаева, Н.А. Менькина [и др.] // *Таврический вестник аграрной науки*. - 2020. - № 4. - С. 183-194.

144. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от удобрений и норм высева / В.Е. Ториков, А.П. Прудников, О.В. Мельникова, В.И. Каничев и др. // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 3–11.
145. Усмонов, Т.Т. Взаимосвязь эффективности применения удобрений под озимую пшеницу с урожаем зерна в условиях орошаемых почв / Т.Т. Усмонов, Б.К. Атоев // Достижения науки и образования. – 2019. - №2 (43). – С. 52-57.
146. Хатамов, С.Р. Эффективность применения минеральных удобрений и органоминерального компоста под озимую пшеницу / С.Р. Хатамов // Масличные культуры. — 2019. — № 1 (177). — С. 77-81.
147. Хатламаджиян, А.Л. Удобрение озимой пшеницы по различным предшественникам на чернозёме обыкновенном: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04. / А.Л. Хатламаджиян - пос. Персиановский, 2010. - 160 с.
148. Хачидзе, А.С. Динамика усвоения NPK по фазам развития зерновых культур в зависимости от сортов и технологии их возделывания / А.С. Хачидзе, В.С. Волощенко, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. - 2010. - №2. – С. 3-8.
149. Хорошкин, А.Б. Применение комплексных поликомпонетных удобрений под полевые культуры на черноземе обыкновенном: дисс. ... канд. с.-х. наук / А.Б. Хорошкин. – пос. Персиановский. – 2007. - 146 с.
150. Хорошкин, М.Н. Удобрение сильных пшениц / М.Н. Хорошкин, Б.М. Хорошкин // Приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: сб. ст. / ДСХИ. – Персиановка, 1979. Т15, вып. 1. – С. 59-61.
151. Хорошкин, М.Н. Усовершенствование технологии возделывания сильных пшениц в Ростовской области / М.Н. Хорошкин, Д.К. Озолзарс // Приёмы повышения урожайности озимой пшеницы и ярового ячменя : сб. науч. Тр. - Персиановка: ДСХИ, 1988. – С. 40-44.
152. Хохлов, А.Н. Соотношение содержания белка и сырой клейковины в зерне сортов мягкой пшеницы различного хлебопекарного качества // А.Н. Хохлов, Н.А. Литвиненко / Вестник аграрной науки. - 1999. - Вып. 1. - С. 22-27.

153. Церлинг, В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: Справочник. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
154. Цыганков, А.В. Применение бентонита и минеральных удобрений под озимую пшеницу на тёмно-каштановой почве: дисс. ... канд. с.-х. наук / А.В. Цыганков. – пос. Перисановский. – 2011 . - 181 с.
155. Чекмарева, Л.И. Эффективность применения гумата и биопрепаратов Ризоагрина и Флавобактерина на озимой пшенице / Л.И. Чекмарева, Н.К. Нестерова // Аграрный научный журнал. – 2018. - №4. – С.38-40.
156. Чепец, С.А. Влияние биоудобрений и регуляторов роста на урожайность подсолнечника сорта СПК по интенсивной технологии возделывания / С.А. Чепец, И.Ю. Сорокина // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. - №8-4. – С. 66-69.
157. Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов / И.А. Чернавина. - М.: Высшая школа, 1970. - 310 с.
158. Шаповал, О.А. Зеребра Агро – регулятор роста нового поколения / О.А. Шаповал, И.П. Можарова, Ю.А. Крутяков // Защита и карантин растений. – 2017. - №6. – С. 35-38.
159. Шеуджен, А.Х. Агрохимия / Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. – Майкоп. 2006. - 1075 с.
160. Шеуджен, А.Х. Агроэкологическая эффективность применения микроэлементов на посевах озимой пшеницы / А.Х. Шеуджен, И.А. Булдыкова, Р.В. Штуц. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2014. - № 96. - С. 511-524.
161. Шеуджен, А.Х. Микроудобрения и регуляторы роста растений на посевах риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизенек, А.П. Науменко, А.К. Шхавцев. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2010. – 292 с.
162. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Нацна, 1974. – 324 с.

163. Шустикова, Е.П. Эффективность фосфорных удобрений в зависимости от различных условий возделывания озимой пшеницы // Земельные ресурсы Ставропольского края и приемы повышения производительности почв. — 1955. — С. 59–66.
164. Щерба, С.В. Методика полевого опыта с удобрениями / С.В. Щерба, Ф.А. Юдин. - Агрехимические методы исследования почв. – М., 1975. – С. 526-584. –
165. Эйсерт, Э.К. Рекомендации по рациональным способам использования новых комплексных удобрений в разных почвенно-климатических условиях (зонах) под отдельными культурами / Э.К. Эйсерт, Г.Д. Полякова. – Краснодар: Кубань, 1979. – 19 с.
166. Эйсерт, Э.К. Справочник агрохимика Кубани / Э.К. Эйсерт, А.Я. Ачканов, Н.Г. Дургарьян. – Краснодар, 1987. – 212 с.
167. Эколого-агрономическая оценка действия химических средств земледелия на урожай и качество зерна озимой пшеницы / А.В. Загорулько, Н.Г. Гайдуква, И.В. Шабанова, А.С. Скоробогатова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 131. - С. 1405-1424.
168. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу / Н.И. Мамсиров, N.I. Mamsirov, A.A. Мнатсаканян, N.I. Mnatsakanyan // Новые технологии. — 2021. — № 3. — С. 77-85.
169. Ягодин Б.А. Агрехимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – Москва: Колос, 2002. – 584 с.
170. Ягодин, Б.А. Агрехимия / Под. ред. Б.А. Ягодина. - Москва: Колос, 1982.- 371 с.
171. Ягодин, Б.А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека / Б.Я. Ягодин, А.М. Ермолаев // Химия в сельском хозяйстве. - 1995. - № 2. – С. 24–26.
172. Ямалиева, А.М. Роль удобрений в формировании почвенной микрофлоры при возделывании озимой пшеницы / А.М. Ямалиева, С.А. Замятин, С.А. Мак-

суткин // Вестник Марийского государственного университета. – 2016. – Т.2. - №2. – С. 61 – 65.

173. Fahrurrozi, F.Z. Comparative Effects of Soil and Foliar Applications of Tithonia-Enriched Liquid Organic Fertilizer on Yields of Sweet Corn in Closed Agriculture Production System / F.Z. Fahrurrozi, N. Mukhtar, S. Setyowati, M. Sudjatmiko, // AGRIVITA, Journal of Agricultural Science. – 2019. – V. 41. – № 2. – P. 238-245.

174. Hagik, J. Evaluation of potassium metaphosphate as fertilizer / J. Hagik - Text: immediate // - Soil. Sc. – 1996. – 102, №6. – S.373 – 379.

175. Hera, C. Influenta ingrasamintelor cu fosfor asupra fertilitatii solului si recoltelor la griul de toamna. An. Inst. Cere. Cereale Plantc Tehn. Fundulea / C. Hera, I. Tonca, S. Slan. — Bucuresti, 1987. — Vol. 54. — P. 173–190.

176. Marchezan, C. Nitrogen Availability and Physiological Response of Corn After 12 Years with Organic and Mineral Fertilization./ C. Marchezan, P.A. Ferreira, L.S. Silva, A. Bacca, A.V. Krug, F.T. Nicoloso, C.A. Ceretta // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2020. – № 20(3). – P. 979-989.

177. Sarcar, D. Increasing use efficiency of boron fertilisers by rescheduling the time and methods of application for crops in India / D Sarcar, B. Mandal, M.C. Kundu // Plant and Soil. – 2007. – № 301. – P. 77-85.

178. Schneider, A. Short – term release and fixation of K in calcareous clay soils. Consequence for K buffer power prediction / A. Schneider Text: immediate // Europ. J. Soil Sc. - 1997. – Vol. 48. - №3. - P. 499-512.

179. Tkalic, Y. Effects of micronutrient fertilizers and plant Growth Stimulants on productivity of Sunflower in North steppe of Ukraine / Y. Tkalic // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. - 2016. - Т. 23. - №23. - С. 169-177.

180. Zheryakov, E.V. Duration of Storage and Quality of Sugar Beet Roots / E.V. Zheryakov, S.A., Semina, I.V. Gavryushina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9. № 3. – P. 1096-1100.

Приложение 1

Среднемноголетняя сумма осадков, температура воздуха и относительная влажность воздуха (метеостанция г. Каменск-Шахтинский)

Месяцы	Температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	15,6	38	63
Октябрь	8,4	27	74
Ноябрь	1,4	39	82
Декабрь	-3,8	40	85
Январь	-5,2	28	84
Февраль	-7,6	29	83
Март	-0,6	26	79
Апрель	8,8	36	66
Май	16,2	42	57
Июнь	20,7	51	56
Июль	22,5	58	55
Август	21,4	33	57
Среднее	7,4	-	70
Сумма	-	447	-

Приложение 2

Погодные условия в 2017-2018 сельскохозяйственном году (метеостанция г. Каменск-Шахтинский)

Месяцы	Среднемесячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	18,1	36,0	54,6
Октябрь	9,1	63,7	73,7
Ноябрь	3,4	29,8	83,3
Декабрь	3,0	40,3	83,4
Январь	-3,2	39,6	83,0
Февраль	-3,7	31,7	80,3
Март	-1,3	54,3	78,5
Апрель	11,8	19,4	54,3
Май	19,0	57,6	51,4
Июнь	22,9	16,8	43,1
Июль	24,6	138,5	57,2
Август	23,0	25,4	44,2
Среднее	10,6	-	65,5
Сумма	-	553,1	-

Погодные условия в 2018-2019 сельскохозяйственном году
(метеостанция г. Каменск-Шахтинский)

Месяцы	Среднемесячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	+18,5	25,3	48,5
Октябрь	+11,6	37,8	67,6
Ноябрь	-0,4	36,8	74,6
Декабрь	-1,9	48,5	86,6
Январь	-3,45	67,4	86,3
Февраль	-1,3	3,5	78,6
Март	+4,2	36,4	71,2
Апрель	+10,3	54,9	61,1
Май	+18,3	78,4	63,7
Июнь	+24,6	2,8	43,0
Июль	+22,3	112,0	57,1
Август	+17,1	19,0	66,8
Среднее	+10,5	-	67,1
Сумма	-	522,8	-

Приложение 4

Погодные условия в 2019-2020 сельскохозяйственном году
(метеостанция г. Каменск-Шахтинский)

Месяцы	Среднемесячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Сентябрь	17,3	33,1	53,1
Октябрь	12,3	19,2	74,4
Ноябрь	4,0	39,8	76,6
Декабрь	2,1	17,0	88,5
Январь	1,2	32,3	83,0
Февраль	0,9	117,8	82,7
Март	7,7	1,0	57,6
Апрель	9,4	16,0	47,2
Май	15,3	72,9	67,8
Июнь	23,2	21,6	54,6
Июль	24,8	72,2	49,3
Август	25,5	2,5	44,8
Сумма	-	445,4	-
Среднее	12,0	-	65,0

Динамика продуктивной влаги в почве под озимой пшеницей в 2017-2018 гг., мм

Слой почвы, см	Срок отбора			
	перед посевом 30.09.17.	весеннее кущение 25.04.18.	колошение 21.05.18.	полная спелость 15.07.18.
0-20	0	38,3	4,1	1,2
20-40	1,0	36,2	6,6	1,0
40-60	2,3	31,2	5,1	1,9
60-80	1,2	42,2	3,8	1,1
80-100	3,5	44,5	10,5	1,5
0-60	3,3	105,7	15,9	4,1
0-100	8,0	192,4	30,1	6,7

Динамика продуктивной влаги в почве под озимой пшеницей в 2018-2019 гг., мм

Слой почвы, см	Срок отбора			
	перед посевом 5.10.18.	весеннее кущение 20.04.19.	колошение 21.05.19.	полная спелость 10.07.19.
0-20	3,2	30,7	22,0	7,8
20-40	2,2	31,9	21,3	10,2
40-60	5,4	26,8	21,9	11,5
60-80	2,6	24,6	23,5	12,0
80-100	2,2	25,3	27,0	10,3
0-60	10,8	89,4	65,1	29,5
0-100	15,6	139,3	115,7	51,8

Динамика продуктивной влаги в почве под озимой пшеницей в 2019-2020 гг., мм

Слой почвы, см	Срок отбора			
	перед посевом 30.09.19.	весеннее кущение 15.04.20.	колошение 21.05.20.	полная спелость 10.07.20.
0-20	0	20,6	17,2	7,8
20-40	1,5	11,3	15,2	5,3
40-60	2,4	21,2	6,8	4,5
60-80	1,2	14,2	7,6	7,3
80-100	1,0	13,6	8,5	3,2
0-60	3,9	53,1	39,2	17,6
0-100	6,1	80,9	55,3	28,1

Динамика обменного калия в 2018 году в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
512	485	458	485
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
510	477	434	474
фон + Рутер (0,5 л/т)			
515	486	430	477
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
513	480	432	475
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
510	481	430	474
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
518	477	432	476
фон 1 + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
515	480	440	482
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
509	486	435	477
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
515	491	441	482
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
520	486	452	486
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
516	478	440	478
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
519	481	434	478
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
522	484	445	484
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
513	482	440	478
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
522	474	441	479
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
515	480	436	477
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
522	470	440	477
НСР ₀₅			
F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}

Таблица – Динамика обменного калия в 2019 году в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
450	423	405	426
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
457	430	404	430
фон + Рутер (0,5 л/т)			
462	422	410	431
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
455	426	420	434
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
446	420	411	426
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
452	431	420	434
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
460	423	411	431
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
451	422	405	426
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
445	425	410	427
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
459	418	406	428
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
448	422	405	425
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
461	425	410	432
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
456	420	415	430
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
461	422	419	434
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
458	423	410	430
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
462	414	410	429
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
445	422	417	428
НСР ₀₅			
F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}

Динамика обменного калия в 2020 году в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Срок отбора			Среднее за период вегетации
весеннее кущение	колошение	полная спелость	
контрольный вариант (без удобрений)			
556	520	503	526
фон - N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ +N ₄₀ +N ₂₀			
551	516	510	526
фон + Рутер (0,5 л/т)			
560	520	506	529
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
549	513	505	522
фон +Рутер (0,5 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
551	510	500	520
фон +Рутер (0,5 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Софт Гард+Гумифул			
556	510	502	523
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)			
562	505	501	523
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул +Алга			
566	503	504	522
фон + Рутер (0,25 л/т)+Алга(0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
554	510	502	522
фон +Рутер (0,25 л/т)+Алга (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
560	515	503	526
фон + Рутер (0,25 л/т) + Лейли (0,25 л/т)			
552	510	503	522
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Алга			
550	515	505	523
фон + Рутер (0,25 л/т) +Лейли (0,25 л/т)+ Сиамино + Гумифул + МКР			
562	512	506	527
фон +Рутер(0,25 л/т)+Лейли(0,25 л/т)+Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
552	510	501	521
фон + Софт Гард+Гумифул +Алга			
560	522	511	531
фон + Сиамино + Гумифул + МКР			
552	520	505	526
фон +Софт Гард+Гумифул+Софт Гард+Гумифул			
549	512	503	521
НСР ₀₅			
F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}	F _{ф.} <F _{теор.}

Результаты дисперсионного анализа урожайности зерна озимой пшеницы в 2018 году, т/га

2,25 3,01 3,21 3,32 3,21 3,60 3,50 3,48 3,36 3,35 3,32 3,41 3,52 3,47 3,66 3,52 3,56 3,22 3,26 3,38 3,21
2,39 3,12 3,32 3,36 3,28 3,48 3,61 3,55 3,44 3,42 3,44 3,52 3,44 3,52 3,70 3,63 3,62 3,31 3,31 3,27 3,34
2,32 3,05 3,28 3,13 3,29 3,51 3,51 3,56 3,43 3,37 3,32 3,42 3,51 3,51 3,50 3,59 3,53 3,37 3,27 3,28 3,35

Корректирующий фактор	706,62		Fф	Fт
Общее варьирование	4,70	62		
Варьирование повторностей	0,04	2		
Варьирование вариантов	4,53	20	0,23	70,73
Остаточное варьирование	0,13	40	0,00	1,79
		НСР ₀₅	0,09	

Результаты дисперсионного анализа урожайности зерна озимой пшеницы в 2019 году, т/га

2,66 3,40 4,12 3,82 3,85 4,41 4,05 4,26 4,05 3,95 4,01 4,31 4,05 4,18 4,52 4,20 4,62 4,12 4,08 3,98 3,89
2,58 3,52 3,98 3,94 3,92 4,36 4,20 4,12 4,14 4,05 4,12 4,25 4,19 4,03 4,41 4,26 4,52 4,22 4,06 4,12 3,99
2,62 3,37 3,93 3,85 3,96 4,22 4,08 4,22 4,14 3,97 4,02 4,25 4,09 4,00 4,54 4,23 4,57 3,96 3,95 4,08 4,00

Корректирующий фактор	1020,52		Fф	Fт
Общее варьирование	9,64	62		
Варьирование повторностей	0,02	2		
Варьирование вариантов	9,42	20	0,47	94,52
Остаточное варьирование	0,20	40	0,00	1,79
		НСР ₀₅	0,12	

Результаты дисперсионного анализа урожайности зерна озимой пшеницы в 2020 году, т/га

1,48 3,05 3,25 3,06 3,18 3,45 3,18 3,41 3,29 3,44 3,51 3,47 3,40 3,36 3,62 3,40 3,55 3,22 3,17 3,17 3,15
1,55 2,89 3,31 3,22 3,25 3,36 3,26 3,52 3,41 3,37 3,42 3,56 3,52 3,44 3,52 3,44 3,48 3,31 3,22 3,26 3,05
1,50 3,00 3,25 3,17 3,17 3,17 3,51 3,25 3,42 3,50 3,45 3,42 3,47 3,34 3,51 3,36 3,56 3,22 3,21 3,23 3,34

Корректирующий фактор	663,49		Fф	Fт
Общее варьирование	10,97	62		
Варьирование повторностей	0,01	2		
Варьирование вариантов	10,78	20	0,54	122,95
Остаточное варьирование	0,18	40	0,00	1,79
		НСР ₀₅	0,11	

Результаты дисперсионного анализа урожайности зерна озимой пшеницы в среднем за 2018-2020 гг., т/га

Корректирующий фактор	789,35			Fф	Fт
Общее варьирование	15,77	62			
Варьирование повторностей	7,53	2			
Варьирование вариантов	7,71	20	0,39	28,84	1,79
Остаточное варьирование	0,53	40	0,01		
			НСР ₀₅	0,19	

Результаты дисперсионного анализа урожайности соломы озимой пшеницы в 2018 году, т/га

3,15 4,28 4,38 4,82 4,66 4,62 4,92 4,55 4,88 4,55 4,38 4,40 4,51 4,52 4,70 4,77 4,52 4,52 4,58 4,56 4,52
3,22 4,40 4,50 4,71 4,56 4,42 4,78 4,48 4,78 4,62 4,50 4,52 4,62 4,48 4,66 4,58 4,55 4,62 4,63 4,62 4,62
3,17 4,40 4,35 4,75 4,61 4,67 4,73 4,56 4,02 4,06 4,47 4,76 4,40 5,01 4,74 4,24 4,31 4,51 4,59 4,41 4,66

Корректирующий фактор	1271,97			Fф	Fт
Общее варьирование	7,41	62			
Варьирование повторностей	0,06	2			
Варьирование вариантов	6,19	20	0,31	10,70	1,79
Остаточное варьирование	1,16	40	0,03		
			НСР ₀₅	0,30	

Результаты дисперсионного анализа урожайности соломы озимой пшеницы в 2019 году, т/га

3,82 5,01 5,40 5,56 5,89 5,40 5,70 5,81 5,86 5,45 5,62 5,82 5,71 5,25 5,53 5,62 5,63 5,56 5,71 5,60 5,68
3,92 5,15 5,51 5,76 6,01 5,52 5,82 5,96 5,99 5,69 5,66 5,71 6,12 5,86 5,42 5,63 5,66 5,71 5,80 5,78 5,80
3,93 4,99 5,44 5,51 5,89 5,49 5,76 5,96 5,88 6,44 5,40 5,48 6,02 6,17 5,01 5,37 5,39 5,71 5,62 5,69 5,62

Корректирующий фактор	1954,23			Fф	Fт
Общее варьирование	13,32	62			
Варьирование повторностей	0,20	2			
Варьирование вариантов	11,74	20	0,59	17,00	1,79
Остаточное варьирование	1,38	40	0,03		
			НСР ₀₅	0,32	

Результаты дисперсионного анализа урожайности соломы озимой пшеницы в 2020 году, т/га

2,35 3,78 4,12 4,10 4,18 4,15 4,28 4,22 4,22 4,25 4,36 4,25 4,32 4,25 4,18 4,23 4,25 4,05 4,09 4,03
 2,45 3,89 4,12 4,15 4,25 4,25 4,25 4,33 4,26 4,38 4,42 4,41 4,33 4,35 4,25 4,31 4,16 4,10 4,15 4,20
 2,28 3,76 3,91 4,11 4,23 4,20 4,37 4,20 4,60 4,21 4,12 4,18 3,95 4,33 4,44 3,98 4,22 4,18 4,00 4,06 4,31

Корректирующий фактор	1063,22			Fф	Fт
Общее варьирование	11,11	62			
Варьирование повторностей	0,10	2			
Варьирование вариантов	10,54	20	0,53	44,89	1,79
Остаточное варьирование	0,47	40	0,01		
		НСР ₀₅	0,19		

Результаты дисперсионного анализа урожайности соломы озимой пшеницы в среднем за 2018-2020 гг., т/га

Корректирующий фактор	1406,47			Fф	Fт
Общее варьирование	33,44	62			
Варьирование повторностей	23,91	2			
Варьирование вариантов	8,75	20	0,44	22,44	1,79
Остаточное варьирование	0,78	40	0,02		
		НСР ₀₅	0,24		

Результаты дисперсионного анализа содержания белка в зерне озимой пшеницы в 2018 году, %

9,5 11,7 11,8 11,6 11,9 11,8 11,6 11,6 11,6 11,8 11,8 11,3 11,8 11,9 11,8 11,8 11,8 12,2 1,2 12,5 12,2
 9,5 11,9 12,0 11,8 11,8 11,6 11,8 11,5 11,8 12,0 12,0 11,5 11,9 11,8 12,0 11,9 11,9 12,0 12,3 12,6 11,9
 10,1 11,2 11,9 11,7 12,0 11,7 11,7 11,4 11,7 11,9 11,9 11,4 12,0 11,4 11,9 11,7 12,1 11,7 11,8 11,8 12,2

Корректирующий фактор	8659,21			Fф	Fт
Общее варьирование	17,29	62			
Варьирование повторностей	0,16	2			
Варьирование вариантов	15,65	20	0,78	21,17	1,79
Остаточное варьирование	1,48	40	0,04		
		НСР ₀₅	0,34		

Результаты дисперсионного анализа содержания белка в зерне озимой пшеницы в 2019 году, %

9,4 11,5 11,9 11,6 11,5 12,0 11,9 11,5 11,6 11,5 11,6 11,8 11,6 11,6 11,5 11,6 11,6 12,1 12,0 12,2 12,5
 9,6 11,8 12,0 11,8 11,8 11,8 11,7 11,8 11,5 11,7 11,8 12,0 11,5 11,8 11,8 11,8 11,5 12,1 12,5 12,3 12,4
 9,5 11,8 11,8 11,7 11,5 11,9 12,1 11,5 12,0 11,6 11,7 11,9 11,7 11,4 11,5 12,4 12,0 12,7 11,8 11,8 12,0

Корректирующий фактор	8635,77			Fф	Fт
Общее варьирование	20,41	62			
Варьирование повторностей	0,15	2			
Варьирование вариантов	18,30	20	0,91	18,66	1,79
Остаточное варьирование	1,96	40	0,05		
		НСР ₀₅	0,39		

Результаты дисперсионного анализа содержания белка в зерне озимой пшеницы в 2020 году, %

9,1 10,5 11,2 11,6 11,1 11,5 11,5 10,8 10,5 11,3 11,1 11,5 10,8 11,2 11,3 10,9 11,2 12,2 12,1 12,6 12,4
 9,3 11,0 11,5 11,3 11,1 11,1 11,3 11,5 10,8 10,5 11,5 11,3 11,0 11,5 11,3 10,6 11,5 12,5 12,3 12,0 12,3
 9,2 10,9 10,6 11,0 10,9 10,8 11,5 10,8 11,4 10,8 10,4 11,1 10,9 10,6 10,7 10,9 11,5 11,6 12,2 11,7 12,2

Корректирующий фактор	7902,72			Fф	Fт
Общее варьирование	30,68	62			
Варьирование повторностей	0,90	2			
Варьирование вариантов	26,46	20	1,32	15,96	1,79
Остаточное варьирование	3,32	40	0,08		
		НСР ₀₅	0,50		

Результаты дисперсионного анализа содержания белка в зерне озимой пшеницы в среднем за 2018-2020 гг., %

Корректирующий фактор	8389,35			Fф	Fт
Общее варьирование	23,55	62			
Варьирование повторностей	3,64	2			
Варьирование вариантов	18,02	20	0,90	19,14	1,79
Остаточное варьирование	1,88	40	0,05		
		НСР ₀₅	0,38		

Результаты дисперсионного анализа сбора белка в урожае зерна озимой пшеницы в 2018 году, кг/га

220 362 392 408 371 401 381 380 409 405 420 405 395 405 395 405 425 399 389 406 389
 229 350 392 418 358 406 377 370 414 403 416 410 384 415 402 415 418 401 402 410 395
 226 353 383 413 378 405 364 378 419 398 409 409 385 419 403 410 420 397 400 405 413

Корректирующий фактор	9554240,57			Fф	Fт
Общее варьирование	104209,43	62			
Варьирование повторностей	18,38	2			
Варьирование вариантов	102675,43	20	5133,77	135,49	1,79
Остаточное варьирование	1515,62	40	37,89		
			НСР ₀₅	10,76	

Результаты дисперсионного анализа сбора белка в урожае зерна озимой пшеницы в 2019 году, кг/га

245 405 468 510 481 510 476 480 468 480 501 506 462 491 485 468 541 485 482 501 495
 251 410 480 510 481 510468 482 472 482 501 502 462 495 485 482 541 485 490 488 490
 251 388 483 501 469 504 439 469 461 469 483 501 438 475 476 466 523 506 492 484 476

Корректирующий фактор	13964681			Fф	Fт
Общее варьирование	198139,71	62			
Варьирование повторностей	1280,86	2			
Варьирование вариантов	194571,71	20	9728,59	170,14	1,79
Остаточное варьирование	2287,14	40	57,18		
			НСР ₀₅	13,21	

Результаты дисперсионного анализа сбора белка в урожае зерна озимой пшеницы в 2020 году, кг/га

128 328 365 392 377 396 410 342 340 385 377 388 352 380 386 374 405 395 389 394 396
 141 320 356 380 382 385 405 350 352 386 382 390 338 396 369 366 398 401 392 388 395
 148 318 368 395 363 395 409 328 355 378 369 374 357 373 394 361 403 383 389 388 382

Корректирующий фактор	8397555,57			Fф	Fт
Общее варьирование	191141,43	62			
Варьирование повторностей	115,14	2			
Варьирование вариантов	188513,43	20	9425,67	150,04	1,79
Остаточное варьирование	2512,86	40	62,82		
			НСР ₀₅	13,85	

Результаты дисперсионного анализа сбора белка в урожае зерна озимой пшеницы в 2018-2020 гг., кг/га

225 355 389 413 369 404 374 376 414 402 415 408 388 413 400 410 421 399 397 407 399
 249 401 477 507 477 508 461 477 467 477 495 503 454 487 482 472 535 492 488 491 487
 139 322 363 389 374 392 408 340 349 383 376 384 349 383 383 367 402 393 390 390 391

Корректирующий фактор	10510092,4			Fф	Fт
Общее варьирование	290653,56	62			
Варьирование повторностей	128733,37	2			
Варьирование вариантов	152630,22	20	7631,51	32,86	1,79
Остаточное варьирование	9289,97	40	232,25		
		НСР ₀₅	26,63		

Результаты дисперсионного анализа содержания клейковины в зерне озимой пшеницы в 2018 году, %

16,5 18,4 19,5 20,0 20,9 20,8 22,3 22,3 21,2 20,9 21,5 20,8 20,6 21,0 20,8 21,6 22,3 24,1 24,5 24,1 24,5
 17,1 18,8 19,1 20,3 21,0 21,3 21,8 22,6 22,0 20,6 22,0 22,5 21,2 22,0 22,0 20,4 21,2 20,4 20,4 23,2 24,3
 16,5 18,3 19,0 20,0 20,5 20,9 21,9 22,6 21,0 20,9 22,6 21,0 20,9 22,4 23,6 20,4 20,6 21,0 21,9 23,3 24,1

Корректирующий фактор	29018,64			Fф	Fт
Общее варьирование	232,03	62			
Варьирование повторностей	0,32	2			
Варьирование вариантов	218,67	20	10,93	33,53	1,79
Остаточное варьирование	13,04	40	0,33		
		НСР ₀₅	1,00		

Результаты дисперсионного анализа содержания клейковины в зерне озимой пшеницы в 2019 году, %

16,8 19,5 19,1 19,5 22,5 21,6 20,3 21,3 21,3 20,0 20,4 21,6 22,5 21,0 21,0 21,6 22,5 24,6 23,3 23,9 25,0
 17,3 19,0 19,8 20,0 22,0 22,5 20,4 20,2 21,0 21,3 21,0 22,0 22,0 20,5 21,5 22,0 22,4 24,5 24,0 24,0 24,4
 16,9 19,1 19,6 19,9 22,1 21,9 20,8 20,3 20,7 21,7 20,4 21,2 22,7 20,9 21,4 22,4 21,4 23,5 24,4 22,0 25,0

Корректирующий фактор	28902,86			Fф	Fт
Общее варьирование	206,06	62			
Варьирование повторностей	0,31	2			
Варьирование вариантов	195,88	20	9,79	39,69	1,79
Остаточное варьирование	9,87	40	0,25		
		НСР ₀₅	0,87		

Результаты дисперсионного анализа содержания клейковины в зерне озимой пшеницы в 2020 году, %

15,5 19,1 19,1 20,5 19,8 19,8 20,2 20,9 19,6 19,3 20,4 20,4 20,3 19,5 20,2 21,3 19,6 24,1 24,5 24,0 24,1
 16,1 18,6 18,8 19,9 19,4 21,0 20,6 21,0 19,2 21,0 20,5 20,5 20,5 19,2 20,4 21,4 19,6 23,8 24,0 23,8 24,0
 15,8 18,7 18,8 19,9 19,6 19,2 20,1 20,5 19,7 19,7 20,9 20,9 20,4 20,1 20,1 21,2 20,3 19,0 22,9 23,8 24,2

Корректирующий фактор	26611,22			Fф	Fт
Общее варьирование	244,22	62			
Варьирование повторностей	0,41	2			
Варьирование вариантов	236,32	20	11,82	63,07	1,79
Остаточное варьирование	7,49	40	0,19		
		НСР ₀₅	0,76		

Результаты дисперсионного анализа содержания клейковины в зерне озимой пшеницы в 2018-2020 гг., %

Корректирующий фактор	28166,51			Fф	Fт
Общее варьирование	228,02	62			
Варьирование повторностей	11,06	2			
Варьирование вариантов	200,64	20	10,03	24,60	1,79
Остаточное варьирование	16,31	40	0,41		
		НСР ₀₅	1,12		



«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор Донского ГАУ
Федоров В.А.

«20» августа 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель хозяйства
Понкратов С.А.

«25» августа 2021 г.



А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ
«20» августа 2021 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители Донского государственного аграрного университета доцент, доктор с.-х. наук Каменев Р.А., аспирант Ермилов А.В.
(должность, фамилия, имя, отчество)

_____, с одной стороны,
и представители ООО «Заветы Ильича» Азовского района Ростовской области

(наименование предприятия, учреждения, организации)

Руководитель Понкратов Сергей Александрович и агроном Бондаренко Николай Сергеевич
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в 2020-2021 гг.
(сроки внедрения)

в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: «Применение минеральных и органоминеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы» по соглашению от «10» сентября 2020 г. на полях ООО «Заветы Ильича» в Азовском районе Ростовской области

(наименование предприятия, организации, учреждения)

внедрено применение органоминеральных удобрений на посевах озимой пшеницы на черноземе обыкновенном
(наименование процесса, машины, материала и др.)

В процессе внедрения выполнены следующие работы

На площади 50 га посевов озимой пшеницы в 2020-2021 г. отобраны почвенные образцы, исследована обеспеченность почвы доступными формами элементов питания для растений, определено действие органоминеральных и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы

От внедрения получен следующий технико-экономический эффект (в рублях и других показателях) _____

Применение органоминеральных удобрений Гумифул (0,2 кг/га) и Софт Гард (0,2 л) некорневым способом в фазу весеннего кущения и колошения озимой пшеницы увеличивало урожайность на 0,35 т/га или на 14,8%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 2172 руб., уровень рентабельности увеличивался по сравнению с контролем на 13%, себестоимость продукции снизилась на 0,22 руб./кг.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ _____
Для повышения экономической эффективности возделывания озимой пшеницы рекомен-
дуется внедрить применение органоминеральных удобрений на всей площади выращи-
вания культуры, согласно структуры посевных площадей хозяйства.

Акт составлен в 3 экземплярах:

1-й и 3-й экз. — ДонГАУ

2-й — заказчику

Представители ДонГАУ _____

 (Каменев Р.А.)

 (Ермилов А.В.)

Представители заказчика _____

 (Понкратов С.А.)

 (Бондаренко Н.С.)





АКТ

внедрения результатов научно-исследовательских работ
«20» августа 2021 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители Донского государственного аграрного университета доцент, доктор с.-х. наук Каменев Р.А., аспирант Ермилов А.В.
(должность, фамилия, имя, отчество)

_____, с одной стороны,
и представители ООО «Слава» Каменского района Ростовской области

(наименование предприятия, учреждения, организации)

Руководитель Манохина Лидия Михайловна
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в 2020-2021 гг.
(сроки внедрения)

в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: «Влияние органических удобрений на урожайность озимой пшеницы на черноземе южном» по соглашению от «30» августа 2020 г. на полях ООО «Слава» в Каменском районе Ростовской области

(наименование предприятия, организации, учреждения)

внедрено применение органоминеральных удобрений на посевах озимой пшеницы на черноземе южном

(наименование процесса, машины, материала и др.)

В процессе внедрения выполнены следующие работы

На площади 35 га посевов озимой пшеницы в 2020-2021 г. отобраны почвенные образцы, исследована обеспеченность почвы доступными формами элементов питания для растений, определено действие органоминеральных и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы

От внедрения получен следующий технико-экономический эффект (в рублях и других показателях)

Применение органоминеральных удобрений: Рутер 0,5 (л/тонну) для обработки семян и Гумифул (0,2 кг/га) и Софт Гард (0,2 л) некорневым способом в фазу весеннего кущения и колошения озимой пшеницы увеличивало урожайность на 0,28 т/га или на 17,2%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 1725 руб., уровень рентабельности увеличивался по сравнению с контролем на 16%, себестоимость продукции снизилась на 0,18 руб./кг.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ _____
Для повышения экономической эффективности возделывания озимой пшеницы рекомен-
дуется внедрить применение органоминеральных удобрений на всей площади возделыва-
ния озимой пшеницы, согласно структуры посевных площадей хозяйства.

Акт составлен в 3 экземплярах:
1-й и 3-й экз. — ДонГАУ
2-й — заказчику

Представители ДонГАУ _____

Каменев (Каменев Р.А.)
Ермилов (Ермилов А.В.)



Представители заказчика _____

Манохина (Манохина Л.М.)