

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

КОМЕЛИН АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ

**ВЛИЯНИЕ ЖИДКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА
ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И
УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы РФ
Новоселов Сергей Иванович

Йошкар-Ола 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Общая характеристика работы	3
1.0 Обзор литературы	9
1.1. Влияние жидкого бесподстилочного навоза на урожайность сельскохозяйственных культур.	9
1.2. Влияние жидкого бесподстилочного навоза на почвенное плодородие и окружающую среду.	13
1.3 Влияние жидкого бесподстилочного навоза на качество продукции сельскохозяйственных культур.	24
2 . Условия и методика проведения исследований.	29
2.1. Методика полевых и лабораторных исследований.	29
2.2. Почвы региона и почвенный покров опытного участка.	30
2.3. Климат зоны и погодные условия в годы исследований.	31
3.0 Результаты и их обсуждение.	35
3.1. Влияние доз и способов внесения жидкого органического удобрения на водный и питательный режим почвы.	35
3.2 Влияние доз и способов внесения жидкого органического удобрения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы	42
3.3Вынос и баланс питательных элементов	51
3.4 Влияние жидкого органического удобрения на агрохимические свойства почвы.	82
4. Экономическая эффективность	92
Заключение	94
Рекомендации производству	96
Список литературы	97
Приложения	112

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В современных условиях в связи с переводом свиноводства на промышленную основу и использование интенсивных технологий выращивания привело к существенному увеличению поголовья животных и повышению их продуктивности. Вместе с тем обострилась проблема утилизации отходов свиноводства. Свиная жижа является токсическим отходом и относится к 3-му классу опасности для окружающей природной среды. Ее накопление представляет серьезную санитарную и экологическую угрозу. Она обладает неприятным запахом, а вместе с талыми и дождевыми водами может смываться и попадать в открытые водоемы и грунтовые воды. Свиная жижа содержит органические вещества и элементы питания, необходимые растениям для роста и развития. Ее использование при возделывании сельскохозяйственных культур положительно влияет на условия питания растений и почвенное плодородие. Традиционные технологии внесения жидкого навоза путем разлива по поверхности поля являются экономически низкоэффективными из-за значительных потерь аммонийного азота и экологически не безопасными. Поэтому, разработка эффективных, экологически безопасных способов использования жидкого свиного навоза является важной народнохозяйственной задачей.

Степень разработки темы. Вопросам применения жидких органических удобрений на основе свиного навоза посвящено значительное количество исследований таких авторов как В.Г Сычев, Г.Е. Мерзлая, Р.А. Афанасьев (2021), В. Емелин (2013), Н.К. Лесто (2002), А.И. Еськов (2010), В.В Кидин (2015), А.А Завалин., О.А. Соколов (2016), В.П. Коваленко (1984), М.А Цуркан (1985), Г.Е. Мерзлая и др. (2012), С.И. Тарасов и др. (2020), Е.М. Комякова, О.И. Антонова (2020), И.А. Бобренко (2021). Эффективность новых методов использования навозной жижи изучали П.И.Гриднев, Т.Т Гриднева (2002), М.В. Базылев (2016), С.И. Тарасов Г.Е. Мёрзлая (2018), И.А. Успенский и др. (2019), С.Н. Борычев и др. (2021). Наиболее значимые вопросы теории и практики использования жидких органических удобрений отражены в работах таких ученых как С.И. Тарасов, Г.Е. Мерзлая, А.С. Максимова (2018), И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Лимаренко (2019), А.Е. Кочергин (1981), Г.Е. Мерзлая и др. (2006), С.И. Тарасов Г.Е. Мерзлая А.С. Максимова

(2018); В.И. Титова Р.Н. Рыбин (2020). Однако вопросы эффективности использования жидких органических удобрений с внутрипочвенным способом внесения до последнего времени были не изучены.

Цель и задачи исследования

Цель данной работы - установить влияние доз и способов внесения жидкого органического удобрения на основе свиного навоза на урожайность озимой пшеницы и плодородие дерново-подзолистой почвы.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Изучить влияние доз и способов внесения жидкого свиного навоза на условия питания озимой пшеницы.
2. Выявить влияние жидкого свиного навоза на урожайность и качество зерна озимой пшеницы.
3. Определить вынос и баланс питательных элементов при выращивании озимой пшеницы в зависимости от доз и способов внесения жидкого свиного навоза.
4. Рассчитать коэффициенты использования элементов питания озимой пшеницей из почвы и жидкого свиного навоза.
5. Провести анализ влияния жидкого органического удобрения на основе свиного навоза на плодородие дерново-подзолистой почвы.
6. Дать экономическую оценку возделывания озимой пшеницы с использованием жидкого свиного навоза.

Объект и предмет исследований. Объектом исследований являлось жидкое органическое удобрение на основе свиного навоза, а предметом исследования - его влияние на продуктивность озимой пшеницы и свойства дерново-подзолистой почвы.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях дерново-подзолистой почвы Востока Нечерноземной зоны проведены комплексные исследования по влиянию доз и способов внесения жидкого органического удобрения на урожайность озимой пшеницы и плодородие почвы. Выявлено, что внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения по сравне-

нию с разливом обеспечивает лучшие водные и питательные условия для роста и развития озимой пшеницы. Установлен высокий агроэкологический эффект внутрипочвенного внесения, обеспечивающего при внесении жидкого органического удобрения в дозе 90 м³/га и весенней подкормке 20 м³/га наибольшую урожайность зерна при высокой окупаемости и наименьшей себестоимости. Получены новые данные по потреблению озимой пшеницей азота, фосфора и калия из жидкого органического удобрения в зависимости от доз и способов их внесения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработана инновационная технология, обеспечивающая экологическую безопасность и высокую экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы на фуражные цели с внутрипочвенным внесением жидкого свиного навоза. Установлено, что наиболее эффективным с технологической и экономической точки зрения является внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения позволяющее получать высокую урожайность зерна. Работа имеет важное теоретическое значение для научного обоснования особенностей роста и развития, формирования урожайности зерна озимой пшеницы при использовании жидкого свиного навоза.

Практическая значимость разработки заключается в обеспечении экологической и санитарной безопасности и высокой экономической эффективности использования жидкого свиного навоза. Преимуществом внутрипочвенного внесения свиной жижи перед поверхностным внесением в разлив является: сохранение влаги и снижение потерь азота, улучшение условий всхожести семян, отсутствие запаха и улучшение санитарных условий, повышение урожайности и обеспечение высокой рентабельности.

Методология и методы исследований. Методология исследований базируется на научных принципах, разработанных отечественными и зарубежными учеными, для решения поставленных задач. Методы исследований: полевые и лабораторные опыты, статистические (дисперсионный, корреляционно-

регрессионный, экономический анализ), а также графическое, табличное и текстовое отображение полученных результатов.

- Основные положения, выносимые на защиту:**
1. Внутрипочвенное внесение жидкого свиного навоза улучшает условия водного и минерального питания озимой пшеницы.
 2. Внесение до посева и в подкормку жидкого свиного навоза положительно влияет на формирование урожайности зерна озимой пшеницы.
 3. Использование жидкого свиного навоза положительно влияет на качество зерна озимой пшеницы.
 4. Внутрипочвенное внесение жидкого свиного навоза влияет на изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы.
 5. Возделывание озимой пшеницы с внутрипочвенным внесением жидкого свиного навоза является экономически выгодным.

Достоверность полученных результатов подтверждается проведением методически выдержанных опытов, учетов и наблюдений, результатами статистической обработки полученных данных.

Апробация исследований. Основные материалы исследований доложены и обсуждены на международных научно-практических конференциях: Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, А.И Кузнецова (Чебоксары, 2020), Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства.- Мосоловские чтения (Йошкар-Ола, 2021, 2022), Российская агропромышленная выставка «Золотая осень» 2018, 2019, 2023, Республиканский «День поля» (Йошкар-Ола, 2023). За разработку и внедрение технологии возделывания сельскохозяйственных культур с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения на основе свиного навоза автор в составе творческого коллектива в 2023 году был удостоен звания «Лауреат государственной премии Республики Марий Эл в области науки и техники им. В.П. Мосолова».

Внедрение результатов исследований. Разработанная технология возде-

лывания озимой пшеницы с внутрпочвенным внесением жидкого органического удобрения внедрена в АО ПЗ «Шойбулакский» Медведевского района Республики Марий Эл на площади 1610 га. Выращивание озимой пшеницы с внутрпочвенным внесением жидкого органического удобрения в дозе 90 т/га до посева и подкормки 20 т/га обеспечило получение дополнительной прибыли от внедрения 16 905,0 тыс. рублей.

На Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2018 году работа «Разработка и внедрение эколого-ландшафтных технологий возделывания сельскохозяйственных культур с внутрпочвенным внесением жидких органических удобрений» была отмечена дипломом и золотой медалью, в 2019 году работа «Разработка и внедрение переливной технологии применения жидких органических удобрений» была награждена дипломом и серебряной медалью, в 2023 году работа «Разработка и внедрение эколого-ландшафтной технологии возделывания сельскохозяйственных культур с использованием жидких органических удобрений» была удостоена диплома и бронзовой медали.

Личный вклад автора. Автором лично сформулирована научная гипотеза решения проблемы, определены цели и задачи, разработана программа исследований. В процессе выполнения работы автор принимал непосредственное участие в закладке и проведении стационарного полевого опыта, агрохимических анализах почвы и растений, обработке результатов и составлении заключения. Во всех проведенных работах автор участвовал как исполнитель и соисполнитель отдельных этапов.

Экспериментальные данные получены в период обучения автора в очной аспирантуре по специальности 06.01.04 – агрохимия (сельскохозяйственные науки).

Публикации. Основные результаты исследований автором опубликованы в 8 работах, в том числе: 4 – в журналах, рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях, индексируемых РИНЦ, одна статья в иностранном издании.

Структура и объем работы. Работа включает введение, 4 главы, заключение, рекомендации производству, список литературы в количестве 127 наименований, из них 10 – иностранных авторов. Диссертация изложена на 135 страницах компьютерного текста, содержит 40 таблиц и 26 приложений.

Благодарности. Автор благодарит своего научного руководителя, заслуженного работника высшей школы РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Новоселова Сергея Ивановича и коллектив кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений Марийского государственного университета за поддержку и помощь в работе.

1.0 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Влияние жидкого бесподстилочного навоза на урожайность сельскохозяйственных культур

Сбалансированное питания растений – одно из важнейших условий получения высоких урожаев хорошего качества. Не сбалансированное питание приводит к снижению урожайности, ухудшению качества продукции, загрязнению водных источников и почвы (Новоселов С.И., и др., 2021). «В достижении этой цели, следует учитывать многие факторы и иметь серьезные знания о свойствах почвы, биологических особенностях культур, видах и формах удобрений, способах их внесения» (Титова В.И., 2018; Сычев В.Г., 2000).

Сельскохозяйственные культуры отличаются по требованиям к условиям питания и применению удобрений так А.Т. Аветисян отмечает: «Выращиваемые сельскохозяйственные растения предъявляют разные требования к питанию и поэтому для каждой культуры необходимы индивидуальные рекомендации по внесению удобрений» (Аветисян А.Т., 2016). Свиная жижа – ценное органическое удобрение, при условии его правильного хранения и использования. «В жидком свином навозе есть элементы, необходимые для питания растений. Органика, входящая в состав жидкого навоза представлена не переваренными веществами с высоким содержанием клетчатки, жира, крахмала, зольных элементов и сахара» (Ковальчук А.Н., Ковальчук Н.М., 2016). Содержащиеся в жидком навозе органические вещества разлагаются с помощью анаэробных микроорганизмов (Белюченко И.С., 2013). Период его использования в качестве органического удобрения должен быть максимально приближен к вегетационному периоду растений. При этом основное его использование сводится к внесению под зяблевую вспашку и весной в качестве подкормки (Свинарев И.Ю., Михайлова И.Н., 2013). Максимальная эффективность от внесения жидкого навоза проявляется при использовании для внесения современных технологий (Гриднев П.И. и др., 2018).

Исследования, проведенные в различных регионах Российской Федерации, Республики Беларусь и за рубежом (Китай) показали положительные результаты использования органического удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур. Их эффективность зависела от вида удобрения, возделываемой культуры, доз и способов внесения (Мерзлая Г.Е., 1991; Burton С. Н., Turner С., 2003; Васбиева М.Т., 2024; Walle F.B, 2019; Бобренко И.А. и др., 2019; Поддубная О.В.,и др. 2018; Андреев В.А., 1990). Опыты, проведенные в Омском ГАУ в 2015-2017 годах выявили высокую эффективность действия жидкого свиного навоза при выращивании пшеницы яровой и ячменя ярового. «Исследования показали, что в контрольном варианте в среднем за три года яровая пшеница сформировала урожайность 2,7 т /га. При использовании жидкого навоза в зависимости от нормы урожайность составила 3,06-4,14 т/га. Максимальный урожай был получен при внесении 200 т/га -4,14 т/га, что на 1,43(53%) выше, чем на варианте без удобрений. Аналогичная закономерность была отмечена на ячмене. Урожайность без удобрений составила 2,88 т/га, а при внесении жидкого навоза 3,15-3,72 т/га. Наибольшая урожайность зерна была получена при внесении 200 т/га жидкого навоза. Прибавка урожайности зерна ячменя составила 0,84 т/га или 29,43%. При этом отмечено, что внесение навоза 200 т/га было рентабельнее дозы 250-300 т/га. Самый низкий уровень рентабельности при применении жидкого навоза был в варианте со сверхвысокой нормой – 300 т/га, где сформировалось отрицательное значение (-25,1 %). Также отмечено, что последствие удобрений продолжалось в течение нескольких лет. Показатели агрономической и экономической эффективности повышались при увеличении суммарной урожайности, и отсутствие расходов на внесение удобрений, которые были только в первый год» (И.А Бобренко, И.О Шалак, Н.В. Гоман, Н.К. Трубина, В.П.Кормин, 2022).

Интересные исследования по отзывчивости яровой пшеницы на различные нормы жидкого навоза были проведены в условиях Оренбургской области на опытном поле ОГАУ. «В 2011-2012 годах было изучено влияние

до посевного применения различных норм бесподстилочного жидкого навоза при возделывании яровой пшеницы Альбидум 188. В 2011 году наибольшую прибавку урожая 1,7 ц/га обеспечило внесение 7 т/га бесподстилочного жидкого навоза, несколько ниже 1,3 ц/га прибавка урожая была на варианте с внесением бесподстилочного жидкого навоза в дозе 14 т/га. При внесении 28 т/га прибавка составила 0,9 ц/га, а на фоне 49 т/га урожайность находилась на уровне контроля. В 2012 году наибольшую прибавку урожая 1,2 ц/га обеспечило внесение бесподстилочного жидкого навоза в норме 21 т/га. В связи с тем, что в 2012 году вегетационный период был острозасушливым, увеличение норм навоза привело к снижению урожая пшеницы» (Д.И. Воронков, В.Н. Кравченко, Д.В. Овсянникова, 2013).

Исследования, проводимые в 2017-2018 годах в Нижегородской области выявили эффективное использование жидкого свиного навоза в дозах от 60-90 т/га при выращивании озимой и яровой пшеницы (В.И. Титова, Л.Д. Варламова, Р.Н Рыбин, Т.В. Андропова, 2019).

Ряд исследователей отмечают положительное влияние на урожай яровой пшеницы удобрений на основе органических отходов, внесенных при посеве. Так, на черноземе обыкновенном в Оренбургской области в 2018-2020 годах использовали твердые (полученные при компостировании органических отходов) и жидкие (полученные на установке на основе метабенеза) органические удобрения в различных дозах. Содержание общего азота в твердых органических удобрениях составляло 2%, в жидких – 1%. «Наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы была получена в варианте опыта с применением жидких органических удобрений при внесении в дозе 8 т/га, что составило 28,3 ц/га, или на 5,5 ц/га больше, чем на контроле. Прибавка урожая при внесении твердых органических удобрений в дозе 4 т/га по сравнению с контролем составила 4,7 ц/га при урожае 27,5 ц/га. Варианты с внесением жидких органических удобрений в дозах 2 и 4 т/га, а также твердых органических удобрений – 1 и 2 т/га были не эффективны» (Т.А. Гамм, Е.В Гривко, Б.Б Идигенов, 2023). Полученные результаты говорят, что в жидких органиче-

ских удобрениях питательные вещества более подвижны и доступны растениям, действуют сразу, после внесения удобрений в почву. «Установлено, что оптимальная доза внесения составляет для твердых органических удобрений 4 т/га (значимая прибавка урожая к контролю 4,7 ц/га), жидких органических удобрений – 8 т/га, (значимая прибавка урожая к контролю 5,5 ц/га). Дальнейшее повышение дозы внесения твердых и жидких органических удобрений увеличивала содержание питательных веществ в почве, но не урожай» (Т.А. Гамм, Е.В Гривко, Б.Б Идигенов, 2023).

В исследованиях, проведенных В.А. Шевченко и др. с использованием минеральных, жидких и твердых органических удобрений выявлены особенности их влияния на урожайность зерна озимой пшеницы и почвенного плодородия. «Применение минеральных удобрений обеспечивало близкую к запланированной урожайность зерна, однако вызывало острый дефицит органического вещества в пахотном слое почвы. Применение органических удобрений (жидкой и твердой фракции) показало более низкую урожайность по сравнению с минеральными удобрениями, но обеспечивало положительный баланс органического вещества почвы, как в твердой фракции, так и жидкой» (В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, Г.И. Бондарева, Н.П. Попова, 2024).

Положительное влияние жидкого свиного навоза на урожайность яровой пшеницы выявлено в условиях лугово-черноземной почве лесостепи Омской области. «Наивысшая урожайность сформировалась при внесении 200 т/га жидкого навоза. При этом внесение положительно сказалось и на качестве зерна. Применение жидкой фракции бесподстилочного свиного навоза увеличивало содержание нитратного азота в почве к фазе кущения с очень низкого уровня в варианте без удобрений до очень высокого – при дозе 100 т/га и выше и обменного калия со среднего до высокого. Содержание подвижного фосфора в почве при внесении жидкого навоза увеличивалось незначительно» (Н.И Щербина, А.В. Филиппов, 2017).

По мнению Г.Е. Мерзлой «внесение свиного навоза в дозе 30-35 т/га под зерновые культуры приводит к улучшению качества зерна, и приросту урожая на 20-30%» (Мерзлая Г.Е., 2015).

1.2 Влияние жидкого бесподстилочного навоза на почвенное плодородие и окружающую среду

Многолетними опытами отечественных ученых установлено, что «достижение стабильного повышения плодородия почвы и увеличения урожайности культур возможно при регулярном использовании органических и минеральных удобрений в оптимальных дозах. Органическим удобрениям отводится особая роль в сохранении и повышении почвенного плодородия. Органические удобрения обогащают почву питательными веществами, уменьшают плотность ее сложения, улучшают физико-химические свойства, водный и воздушный режим» (Береснев Б.Г., 1989, Захарова О.А., 2006; Еськов А.И., Тарасов С.И., Тамонова Н.А., 2010; Соловьева Ю.А., Харкевич Л.П., Шаповалов В.Ф., 2019; П.А. Чекмарёв, В.Я. Родионов 2011; С.И. Новоселов, А.Н Кузьминых., Р.В Еремеев., 2019; S.I. Novoselov and other, 2022). Исследованиями установлено, что «отсутствие органических удобрений в системе применения удобрений под отдельные культуры ведет к деградации почв и, как итог, к уменьшению урожайности, а также к изменению состояния окружающей среды. Предотвратить этот процесс без использования органических удобрений практически невозможно» (Пахненко Е.П., 2007; Белюченко И.С., 2018; Шубин А.С. и др., 2017; Антоненко Д.А., Белюченко И.С., 2018).

В настоящее время различные формы навоза и жидких стоков широко используются для рекультивации техногенно нарушенных земель (Шевченко В.А., Соловьев А.М., Попова Н.П., 2019; Лукин С.В., Селюкова С.В., 2016).

Бесподстилочный навоз оказывает значительное влияние на биологические свойства почв (Мерзлая Г.Е, 2006). «Биологическая активность характеризует жизнедеятельность микроорганизмов, связанных с процессами трансформации органических, минеральных питательных веществ, поступающих с

бесподстилочным навозом в почву и является одним из важнейших показателей ее плодородия» (В.Г. Минеев, Е.Х.Ремпе, 1990). «Положительное влияние на жизнедеятельность почвенной микрофлоры оказывают и органические формы отходов сельскохозяйственных производств» (Cerny J., Balik J., Kulhanek M., Nedved V., 2008; Aziz I., Ashraf M., Mahmood T., Islam K.R., 2011).

Для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны применение органических удобрений является важнейшим условием обогащения их органическим веществом (Барановский И.Н., Дроздов И.А, 2012, Барановский И.Н., Бабенко М.В., 2013). В современных условиях при недостатке подстилочного навоза проблема эффективного использования жидкого навоза приобретает существенную значимость в формировании показателей плодородия почв (Домашенко Ю.Е., Суржко О.А., 2007; Тютюнов С.И. и др., 2015). «Одним из сдерживающих факторов расширения использования свиного навоза и, в частности, его жидкой фракции следует признать недостаточную изученность его применения как высокоэффективного удобрения» (Шишов А.Д., Николаева Т.А., Гришанов С.Л., 2010). «Имеющиеся литературные данные по влиянию бесподстилочного навоза и минеральных удобрений на биогенность почвы не всегда однозначны. Во многих работах установлено положительное влияние умеренных доз ($\leq N300$) бесподстилочного навоза и минеральных удобрений на численность и биологическую активность микроорганизмов и в целом на плодородие почвы» (Мерзлая Г.Е. и др., 2006, Асарова М.Х. 1982). «Однако в хозяйствах, стараясь избавиться от огромных объемов бесподстилочного навоза, применяют данное удобрение в сверхвысоких дозах (свыше $N 400$) на одних и тех же полях, расположенных вблизи животноводческого предприятия. Влияние длительного применения повышенных доз бесподстилочного навоза на биогенность почвы до сих пор изучено не достаточно» (В.Г. Минеев, Е.Х.Ремпе., 1990). Ряд исследователей отмечают, что в настоящее время установлены примерные значения, оптимальных, максимальных доз, сроков внесения бесподстилочного навоза (С.И. Тарасов, И.А. Ар-

хипченко, 2017). «За расчетную среднегодовую дозу полужидкого, жидкого навоза, животноводческих стоков в РФ принимается N200. В международной практике рекомендовано ограничение использования удобрений по азоту в дозе N170. Однако в большинстве хозяйств из-за отсутствия необходимых площадей, низкой надежности средств внесения, значительных транспортных, эксплуатационных расходов применяют сверхвысокие дозы бесподстилочного навоза, помета, как правило, превышающие N500 -N700. Кроме того ряд исследователей отмечают, что при применении высоких норм бесподстилочного свиного навоза в культурах повышается содержание растворимых углеводов» (Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Злыднева Р.М., 2015).

Следует отметить, что в литературе имеются многочисленные сведения, основанные на результатах краткосрочных полевых опытов по изучению влияния высоких доз бесподстилочного навоза на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, на изменение свойств почвы, а данных исследований по изучению экологических, агроэкономических последствий длительного, применения бесподстилочного навоза в сверхвысоких дозах крайне мало.

По исследованиям Тарасова С.И проведенных в течении 34 лет, выявлено, что «регулярное применение жидкого навоза, стоков навозных в интенсивном режиме обусловило рост плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы. За годы исследований общее содержание органического вещества в почве при дозе бесподстилочного навоза N300 увеличилось на 140%, при дозе N700 – на 185%. Регулярное применение бесподстилочного навоза увеличило содержание в почве водорастворимого гумуса при дозе N300 – на 50%, при N700 – на 60% . Согласно результатам многолетних исследований почва, регулярно удобряемая бесподстилочным навозом, характеризовалась большей биологической активностью, лучшей обеспеченностью минеральным азотом. Интенсивное применение бесподстилочного навоза обусловило резкий рост содержания в почвенной биоте суммарной физиологически активной биомассы: при дозе N700 – в 2,5 раза относительно контроля. При этом

наблюдался заметный рост в ней доли грибов, что, очевидно, связано с их активным участием в разложении органического вещества в составе бесподстилочного навоза, пожнивно-корневых растительных остатков» (С.И Тарасов, И.А Архипченко, 2017).

Согласно результатам исследований, (Н.Н Дубенок, В.А Шевченко, А.М Соловьев) проводимых в условиях Северо-западного региона Нечерноземной зоны России в период с 2012-2020 г., «при внесении жидких стоков в первую очередь следует учитывать гранулометрический состав осваиваемых земель, уровень грунтовых вод, крутизну склона, а также количество выпадающих осадков в регионе за вегетационный период» (Н.Н Дубенок, В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, 2021). Исследователями установлено, что «при ежегодном внесении твердой фракции навоза в качестве основного удобрения в дозе 40 т/га происходит достоверное снижение кислотности на всех типах почв по гранулометрическому составу, которое в среднем по опыту составило: на легкосуглинистых – 1,0 ед., на среднесуглинистых и тяжелосуглинистых – 0,9 ед. Жидкие стоки животноводческих комплексов в дозе 80 м³/га также обеспечивают достоверное уменьшение кислотности почв разного гранулометрического состава по всем горизонтам, хотя в среднем по опыту они уступают твердой фазе на 0,1-0,2 ед. Жидкие стоки животноводческих комплексов, обладающие повышенной фильтрационной активностью, также обеспечивают повышение плодородия осваиваемых земель. Так, в среднем по опыту увеличение содержания гумуса относительно исходного значения составило: на легкосуглинистых почвах – 0,07 %, на среднесуглинистых почвах – 0,18% и на тяжелосуглинистых – 0,12%» (Н.Н Дубенок, В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, 2021).

Исследования проводимые в ФГБОУ ВО Омский ГАУ в 2015–2017 (Н.В Гоман, И.А Бобренко, Н.К Трубина, И.О Шалак) на яровой пшенице выявили, что на содержание подвижных элементов питания влияют такие факторы как - свойства, тип и вид, предшествующая культура, сроки и спо-

собы обработки почвы, севооборот, и др. (Гоман Н.В., Бобренко И.А., Трубина Н.К., Шалак И.О., 2018).

Исследования, проводимые РУП «Институт мелиорации» г. Минск выявили следующее влияние бесподстильного навоза на почвенное плодородие. По их мнению, «жидкий навоз, прежде всего свиные стоки характеризуются узким соотношением углерода к азоту, что в свою очередь усиливает разложение органического вещества поступающего в почву. Тем не менее, на фоне повышенных доз бесподстильного навоза происходит увеличение содержания гумуса в пахотном слое суглинистых почв» (А.В. Шуравилин, Д.А. Сухов, Е.А. Пивень, 2007). По мнению ученых «это обусловлено не только внесением органических удобрений, но и положительным влиянием жидких органических удобрений на накопление массы пожнивных и корневых остатков возделываемых культур. Также было отмечено, что внесение стоков отразилось и на содержании микроэлементов, прежде всего на осушенной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, где содержание дефицитных меди и цинка определялось нормами жидких органических удобрений. Однако на других видах почвы, таких как торфяно-глеевой можно говорить лишь о тенденции повышения этих микроэлементов в пахотном слое, хотя она орошалась в течение 9 лет» (А.В. Шуравилин, Д.А. Сухов, Е.А. Пивень, 2007). Опыты проводимые группой ученых Тверской ГСХА в период с 2006-2009 год на опытном поле Тверской ГСХА выявили возрастание перегноя. Наибольшим оно было при внесении навоза КРС и свиней. Кроме того жидкие фракции навоза и помета обеспечили большее накопление по сравнению с полужидкой формой. Было установлено, что в почве всех вариантов с удобрениями отмечено заметное увеличение гуминовых кислот. Исследователи пришли к выводу, что в Нечерноземной зоне для повышения плодородия дерново-подзоличтых почв, особенно применительно к увеличению количества гумуса и улучшения его состава, более целесообразно использовать жидкую и полужидкую фракции помета, навоза свиней, и КРС совместно с соломой, (И.Н. Барановский, А.В. Павловский, 2010).

Группа ученых (А.Д. Шишов, Т.А. Николаева, С.Л. Гришанов) в 2007-2009 году в Новгородской области, на опытном участке представляющим собой дерново-подзолистую среднесуглинистую почву с содержанием гумуса в верхнем горизонте порядка 0,63% изучала влияние органических удобрений на плодородие почвы. В качестве удобрения использовали бесподстилочный навоз который вносили весной под непосредственную заделку в почву в дозах 40,80,120, 180 и 240 т/га. Полученные результаты показали, что органическое вещество возросло соответственно на 0,19; 0,90; 1,68; 2,10; и 2,18 в первый год исследований значительно выше в 2008 год, в 2009 году были получены следующие результаты 1,07; 2,91; 3,89; 4,21; и 5,38 соответственно. Реакция почвы при внесении навоза в годы исследований изменялась в сторону нейтральной. Кроме того исследователи отмечали, что «применение бесподстилочного навоза способствовало увеличению в пахотном горизонте подвижных форм фосфора и калия, при этом наилучший результат показали дозы 40, 80 и 120т/га. Использование бесподстилочного свиного навоза оказало существенное влияние на накопление в пахотном горизонте почв таких микроэлементов как цинк и медь. По результатам исследований за период можно сделать вывод, что использование бесподстилочного свиного навоза на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве увеличивает содержание органического вещества, повышается запас подвижных форм питательных элементов, стимулируется работа микроорганизмов, реакция среды почвы изменяется к нейтральной» (А.Д. Шишов, Т.А. Николаева, С.Л. Гришанов, 2010).

Положительные результаты по внесению жидкого свиного навоза были получены в условиях Нижегородской области на светло-серых лесных почвах легкого гранулометрического состава. В качестве органического удобрения на этих почвах использовали жидкий свиной навоз в дозах 60 и 90 т/га. Установлено, что «максимальное накопление основных элементов питания происходило в почве при внесении в дозе 90т/га при урожайности пшеницы на этом поле 3 т/га. Минимальный положительный баланс отмечен в поле

при дозе внесения 60т/га. В исследованиях установлено, что поступление в почву калия происходило более низкими темпами, чем азота поскольку внесение K_2O в составе жидкого свиного навоза в 1,8 раза меньше чем азота и фосфора. Содержание фосфора по полям увеличилось на 7-21 мг/кг в зависимости от состава почвы, а калия на 3-25 мг/кг» (В.И. Титова. Л.Д. Варламова, Р.Н Рыбин, Т.В Андропова, 2001).

Опыты, проводимые группой ученых (Г.Е Мерзлая, И.В Щеголева, М.В Леонов) выявили, что свиной бесподстилочный навоз обладает высокой удобрительной ценностью. Они отмечают, что «в почве азот от 50 до 70% находится в растворимой форме и хорошо усваивается растениями. Фосфор в значительной мере входит в состав органических веществ, но по сравнению с фосфором минеральных удобрений он меньше закрепляется в почве и хорошо используется выращиваемыми культурами. Калий легко усваивается так как в навозе он представлен в хорошо растворимых соединениях. Кроме того бесподстилочный навоз отличается от навоза КРС более высоким содержанием аммонийного азота и более низким значением рН» (Мерзлая и др. 1990). Ученые отмечают также, что по эффективности свиной навоз даже может превосходить навоз КРС. «Сравнительное изучение действия разных видов навоза: свиного и КРС в системе почва-растение было проведено ВНИИА им. Д.Н Прянишникова в условиях чернозема обыкновенного Краснодарского края. Сравнивались различные способы подготовки навоза: жидкий свиной навоз хранившийся в лагуне, в бурте, компост из свиного навоза с навозом КРС 1:1, компост из свиного навоза с соломой в соотношении 5:1» (Г.Е Мерзлая, И.В Щеголева, 2013). Авторы выявили, что «наиболее эффективным вариантом звена севооборота был со свиным навозом, полученным из лагуны, несколько уступал навоз КРС, еще менее эффективными оказались навоз из бурты, компост из свиного навоза с навозом КРС 1:1 и так далее» (Г.Е Мерзлая, И.В Щеголева, 2013).

Результаты полученные в опыте ВНИПТИОУ (Еськов А.И., Тарасов С.И., Тамонова Н.А) на дерново-подзолистой супесчаной почве, показали что

«систематическое применение навоза и минеральных удобрений улучшало гумусовое состояние супесчаной почвы, повышало содержание подвижных форм фосфора и калия. Ученые отмечают, что «при использовании свиного навоза в первые 8 лет более интенсивно происходило накопление фосфора, чем в последующие годы когда применяли навоз КРС. Применение бесподстилочного навоза в течение 15 лет оказало заметное положительное влияние на величину рН. Минеральные удобрения уступали навозу в этом отношении» (А.И. Еськов, С.И.Тарасов, 2006), (А.И. Еськов, С.И.Тарасов, Н.А.Тамонова 2010).

Ж.Л. Алексеевой, Ю.А. Азаренко в условиях полевого опыта на учебно-опытном поле Омского ГАУ, изучено влияние твердой фракции свиного навоза на плодородие почвы. Объектом исследования являлся агроценоз квазиглееватый, среднесуглинистый с содержанием гумуса – 2%. В качестве органического удобрения использовали твердую фракцию свиного навоза в нормах 20, 30, 40, 50, 60 т/га. Возделываемой культурой была пшеница сорта Элемент 22. Навоз вносили поверхностно с последующей вспашкой. Обобщенные результаты показали, что содержание гумуса за годы исследований варьировало от 1,97-2,1%. Применение свиного навоза оказало влияние на показатель гумусного состояния. «Содержание гумуса варьировало от 2,14 до 2,67%. Минимальное значение было при применении дозы в 20 т/га, максимальное при дозе в 60т/га, также изменения наблюдались в доле свободных гуминовых кислот, и запасов гумуса с верхнем слое почвы. В среднем содержание и запасы гумуса увеличивались от 7 до 33% по сравнению с исходным уровнем в зависимости от дозы удобрения. Кроме того исследователи отмечают, что применение твердой фракции свиного навоза увеличивало количество подвижных гумусовым веществ в агроценозе до среднего уровня, их содержание в год действия увеличивалось от 11,9 до 46,5% пропорционально дозе удобрения. Различия в количестве подвижного гумуса в почве начиналось от дозы удобрения 30 т/га до 60 т/га» (Ж.Л. Алексеева, Ю.А. Азаренко, 2020)

В период с 2010-2013 год в Тверской сельскохозяйственной академии группой авторов (М.В. Бабенко, А.С. Васильев, И.А. Дроздов) изучалось влияние различных доз свиного навоза на содержание гумуса в дерново-подзолистой почве. Почва имела высокую обеспеченность подвижным фосфором (250 мг/кг), и среднюю обеспеченность калием (102 мг/кг), с содержанием гумуса 2,09 %. Исследователи использовали различные варианты свиного навоза в исходном состоянии, твердом виде, жидком виде а также комбинации исходного состояния с соломой, твердую фракцию с соломой, и жидкую фракцию свиного навоза с соломой. Удобрение вносили однократно под зяблевую отвальную вспашку. Варианты удобрений выравнивали по содержанию азота на N_{100} , - одинарный вариант и N_{200} - удвоенный. Авторами установлено: «Внесенные жидкие удобрения (одинарная доза) в конце первого года их действия способствовали увеличению органического вещества на 0,09-0,15%, равноценные по азоту твердые фракции по сравнению с жидкими обеспечивали большее накопление (0,04-0,05%). Удвоенный вариант применения увеличивал органическое вещество на (0,16-0,24%) по сравнению с одинарными дозами. Использование соломы с органическими удобрениями позволяло незначительно увеличивать органическое вещество примерно на 0,03-0,05%. Полученные данные свидетельствуют, что для наиболее заметного накопления в дерново-подзолистых почвах органического вещества целесообразно вносить твердую фракцию свиного навоза. При необходимости использования жидкой фракции лучше всего это делать вместе с соломой или другими субстратами способными быстро трансформироваться в почве» (М.В. Бабенко, А.С. Васильев, И.А. Дроздов, 2020).

В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, Н.П. Попова в исследованиях, проводимых на дерново-подзолистых, легкосуглинистых почвах в Тверской области изучали влияние свиного навоза на плодородие почвы и урожайность ячменя сорта Саншайн. Вносилась твердая часть свиного навоза (40-80 т/га), и жидкая фракция свиного навоза при помощи шланговой системы с заделкой в почву (100-120т/га). В контрольном варианте без внесения удобрений на-

блюдений произошло снижение содержания гумуса на 0,04-0,05%. При возделывании ячменя по минеральной системе также отмечено уменьшение гумуса на 0,003-0,04%. Применение органических удобрений в дозе от 40-80 т/га (твердой фракции) и от 100-120 т/га жидкой фракции (внутрипочвенное) повышали в среднем гумус до 1,85-1,87 %. На основании данных исследований авторы заключили: «Применение только одних минеральных удобрений хотя и замедляет процесс минерализации гумуса, но не компенсирует его потерь без внесения органических. Тем самым, использование жидких форм удобрений животноводческих комплексов является быстродействующим органическим удобрением, позволяющим за относительно короткий промежуток времени не только стабилизировать гумусовое состояние малопродуктивных мелиорированных земель, но и увеличить его содержание. Также фактором, влияющим на гумусовое состояние почв, являются набор и чередование культур, поскольку от этого зависят количество и качество пожнивно-корневых остатков, поступающих в почву при их заделке» (В.А Шевченко, А.М. Соловьев, Н.П. Попова, 2019).

В исследованиях Е.В. Барановой, М.В. Шуменековой отмечено положительное влияние навоза на эффективное плодородие почв и урожайность яровой пшеницы. «Наибольшая окупаемость каждой внесенной тонны навоза была в варианте 50 т/га и составила 14,4 кг зерна, минимальная окупаемость была при внесении 60 т/га – она составила 9,2 кг зерна в расчете на 1 кг удобрений» (Баранова Е.В., Шуманёва М.В., 2017).

Источниками загрязнения окружающей среды (воздуха, почвы, воды) являются газообразные выбросы и жидкие стоки от животноводческих объектов и ферм. От технологии удаления навоза из животноводческих помещений и устройства вентиляции животноводческого комплекса, системы транспортировки навоза, зависит состояние микроклимата животноводческих помещений, которое оказывает существенное влияние на здоровье и продуктивность животных, и обслуживающего персонала. «Жидкие навозные стоки загрязняют окружающую среду значительно в большей степени, чем твердые, из-за

его физических особенностей: большая текучесть, выживаемость в нем болезнетворных микроорганизмов. Высокое содержание азотных соединений, теоретически позволяет использовать животноводческие стоки в качестве удобрения. Однако, их систематическое интенсивное внесение на одни и те же поля, с бессменным севооборотом нарушает естественные процессы саморегулирования и самовозобновления плодородия почв, усиливает их эрозию, вызывает химическое и биологическое загрязнение» (Ильясов О.Р., Неверова О.П. и др., 2017).

Согласно литературным данным «стоки животноводческих предприятий в ряде случаев могут содержать существенное количество соединений тяжелых металлов. Проведенные исследования выявили существенное содержание железа, цинка, меди. Ионы других тяжелых металлов, либо отсутствуют, либо их концентрация находится ниже предела чувствительности использованных методов определения. Высокое содержание цинка и меди может быть связано с использованием неорганических форм данных элементов в кормах» (Рязанов А.В., 2010).

Указывая на негативное действие стоков с животноводческих предприятий В.П. Жданович отмечает, что «Поступление стоков животноводческих предприятий в открытые водоемы напрямую или через грунтовые воды оказывает негативное действие, что резко ухудшает качество воды и делает ее непригодной. Кроме сточных вод и твердых отходов, при функционировании животноводческих предприятий образуются токсичные газообразные соединения: меркаптаны, крезолы, фенолы, сероводород, аммиак, метан и др. Кроме того выявлено что в самих животноводческих помещениях, в расположенных рядом других объектов сельскохозяйственного производства, кроме таких известных газов, как аммиак, сероводород, углекислый газ и метан, синтезируется около 27 химических газообразных соединений, принадлежащих к группам аминов, амидов, спиртов, дисульфидов, сульфидов, меркаптанов. Основные вредные неприятные запахи возникают в результате присутствия сероводорода, аммиака, индолов, скатолов, меркаптанов и др.

Помимо свойственного неприятного запаха, они могут оказывать вредное воздействие как на животных, так и на человека» (Жданович В.П., Чешик И.А., и др., 2018)

«При размещении объектов свиноводства необходимо тщательно подходить к выбору места их размещения, а также учитывать расположение полей для применения жидких органических удобрений с учетом розы ветров и расположения населенных пунктов» (Рязанов А.В., Можаров А.В., и др., 2017).

Можно констатировать, что «интенсивное развитие свиноводства сопровождается рядом проблем (экологических, технологических), которые требуют решений и создания нормативной базы для их использования» (Тиво П.Ф., Крутько С.М., 2011; Тиво П.Ф., 2001; Заболотских В.В., 2012; Рязанов А.В., Можаров А.В., Завершинский А.Н., 2017). «Необходимо уделить особое внимание разработке приёмов использования органосодержащих отходов животноводства на основе современных экобио-технологий» (Титова В.И. и др., 2018; Рассолов С.Н., Багно О.А., Беспоместных К.В., 2015; Кулинич О., 2016; Тарасов С.И., 2018; Тарасов С.И., Краченко М.Е., Бужина Т.А., 2018; Куликова М.А. и др., 2019; Петрова С.А., Друзьякова В.П., Охлопкова М.К., 2019; Irshad Mu-hammad et al., 2012; Bing Zang et al., 2017; Michael J.Hansen et al., 2018).

1.3 Влияние жидкого бесподстилочного навоза на качество продукции сельскохозяйственных культур

Актуальным остается вопрос изучения влияния уровня минерального питания на качественные характеристики продукции зерновых культур. В зависимости от качества получаемых культур определяется технологическая пригодность продукции в разных отраслях сельскохозяйственного производства и стоимость самой продукции. Так в понятие «качество» одной из основных зерновых культур как пшеница входит более десятка признаков, таких как: содержание белка, крахмала, клетчатки, жиров, растворимых угле-

водов, витаминов, а также технологические и хлебопекарные свойства. Кроме того качественное зерно отличает хорошая выполненность, цвет, масса 1000 семян, показатели стекловидности и прозрачности.

Комплекс показателей качества пшеницы можно существенно улучшить путем рационального применения удобрений (Ермохин Ю.И., 2014). Положительное влияние на качество зерна оказывает применение органических удобрений различных видов (С.А Сухих, Н.П. Балужева, и др. 2020).

Исследования проводимые в ФГБОУ ВО Омский ГАУ в 2015–2017 (Н.В Гоман, И.А Бобренко, Н.К Трубина, И.О Шалак) на яровой пшенице, показали, что на увеличение содержания белка в значительной мере оказало внесение жидкого навоза. Авторы отмечают, что «максимальное его содержание было в варианте с применением 300 т/га (+2,5% от контроля). Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы также увеличивалось во всех вариантах применения органических удобрений и составило 36-36,7%, при содержании в контроле 34,5%. Стекловидность зерна яровой пшеницы по вариантам менялась от 61 до 73%, Применение удобрений привело к увеличению этого показателя. Показатель натурности зерна в исследованиях менялся и составил от 756-807 г/л, максимальное значение было получено при внесении 100т/га жидкого навоза. Масса 1000 зерен также увеличивалась в результате применения удобрений с 35,16г в контрольном варианте до 40,01 г в варианте внесения 200 т/га жидкого навоза» (Гоман Н.В., Бобренко И.А., Трубина Н.К., Шалак И.О., 2018).

Опыты проводимые в 2011-2012 годах на южном черноземе в условиях опытного поля Оренбургского Государственного университета с применением различных норм бесподстилочного жидкого навоза при возделывании пшеницы Альбидум 188. Применение жидкого навоза оказало положительное влияние не только на урожай, но и на качество зерна. Опытами установлено, что в среднем за два года «содержание белка в контроле было на уровне 12,5%, клейковины -25%. При внесении удобрений содержание белка повысилось на 1,3-1,7%, клейковины на 2,6-3,4%. При этом наблюдалась зако-

номерность улучшения качественных показателей при увеличении норм бесподстилочного жидкого навоза» (Д.И. Воронков, В.Н. Кравченко, Д.В. Овсянникова, 2013). В других исследованиях изучено изменение качества зерна при применении жидких и твердых органических удобрений при внесении одновременно с посевом яровой пшеницы. Согласно полученных результатов «наиболее эффективным оказался вариант жидких органических удобрений при дозе внесения 8 т/га, где масса 1000 зерен составила 29,5 г (на 14% выше контроля). Исследователи отмечают, что с учетом незначительной дозы внесения существенных различий по клейковине при применении органических удобрений не наблюдалось. Однако было отмечено, что содержание сухого вещества в варианте опыта с применением жидких органических удобрений при внесении в дозе 8 т/га больше на 16,36% по отношению к контролю» (Т.А. Гамм, Е.В. Гривко, Б.Б. Идигенов, 2023).

Комплексные исследования, проводимые в 2018-2020 годы на опытном поле Марийского Государственного Университета включали изучение различных доз бесподстилочного свиного навоза от 60 т/га до 120 т/га и методов внесения (поверхностный, внутрипочвенный и подкормка). Объектом исследования была озимая пшеница Московская 56. Почва опытного участка была дерново-подзолистая среднесуглинистая малогумусная. Были получены следующие результаты. «С возрастанием доз навоза в зерне повышалось содержание сырого белка на 1,4-2,4%. При этом масса 1000 зерен снижалась на 0,3-1,5%, однако проведение весенней подкормки повышало содержание сырого белка в зерне на 0,4-2,3%, а массу 1000 зерен на 0,9-3,1г» (А.М. Комелин, С.И. Новоселов, Г.Е. Мерзлая, 2023), (А.М. Комелин, И.А. Новоселов, С.И. Новоселов, 2024, Genrietta E. Merzlaya and other, 2024).

Положительный эффект от внесения органических удобрений получен и в опытах проводимых ОАО «СГЦ Западный» на дерново-подзолистой супесчаной почве, совместно с Институтом почвоведения и агрохимии г. Минск, Беларусь под руководством Л.Н. Иовик. В исследованиях использовали «свиные навозные стоки 60т/га и 120 т/га, а также подстилочный навоз

КРС, минеральные удобрения (сульфат аммония, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий). Дозу жидких органических удобрений устанавливали по азоту минеральных удобрений, внося их под вспашку. Применение удобрений увеличивало накопление питательных элементов в ячмене яровом сорта Атаман. В варианте применения навозных стоков в дозе 60 т/га содержание азота в зерне было на 13% больше чем в варианте без удобрений, в варианте применения 120 т/га – на 16% больше, кроме того увеличенное содержание азота наблюдалось и в соломе. Исследователи установили положительное влияние органических удобрений на питательную и энергетическую ценность зерна ячменя. Изучение влияния органических удобрений на питательную ценность соломы показали, что навозные стоки в обоих вариантах показали максимальный результат по сырому протеину (31-37% относительно контроля). При использовании органических удобрений накопление обменной энергии также было выше уровня контроля. В проведенных исследованиях общий вынос азота на дерново-подзолистой супесчаной почве с основной и побочной продукцией составил 116-147 кг/га, фосфора 55-66 кг/га, калия 97-131 кг/га. Таким образом, применение органических удобрений положительно сказывалось на балансе элементов питания в почве» (Л.Н. Иовик, 2015).

Положительный эффект от внесения жидкого навоза под пшеницу яровую получен в исследованиях (Разина А.А., Дятлова О.Г., 2018). Как отмечают исследователи, «учитывая высокую требовательность к условиям произрастания и слаборазвитую корневую систему, потребность в удобрениях для данной культуры будет постоянно возрастать, а оптимальное питание азотом, фосфором и калием при этом – залог формирования высоких урожаев яровой пшеницы» (Гамзиков Г.П., 2018; Пашкова Г.И., Кузьминых А.Н., 2016).

В условиях дерново-подзолистой почвы изучено влияние доз и форм жидкого свиного навоза на формирование урожая семян рапса. Исследователями установлено положительное влияние жидких органических удобрений

на всхожесть семян рапса, урожайность рапса, массы 1000 семян и содержание масла в семенах (С.И. Новоселов., И.В. Торуткин., 2024).

В качестве показателя агрономической эффективности применения удобрений используют не только качество товарной продукции, но также и окупаемость удобрений прибавкой урожая (Босак В.Н., 2005). Как правило, с возрастанием доз применения жидкого навоза окупаемость единицы удобрения прибавкой урожая снижается. Так в опытах, проведенных в Марийском университете, при внесении жидкого навоза в дозе 60 т/га окупаемость удобрения составила 16 кг/т, а при дозе внесения 120 т/га – 12 кг/т (С.И. Новоселов, 2022). Важным условием оценки продукции получаемой в современном сельском хозяйстве является не только величина и качество урожая, но и количество средств, затраченных на ее получение. Вектор совершенствования технологий должен быть направлен на снижение затрат, на получение продукции с наименьшей себестоимостью и максимальной агрономической эффективностью (Гуляева Г.В., Боева Т.В., 2011).

Таким образом, исследования, проведенные как в нашей стране, так и за рубежом показывают положительное влияние применения жидких органических удобрений на плодородие почвы, урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Поэтому разработка новых эффективных способов внесения, установление оптимальных доз применения жидких органических удобрений является важной задачей современного земледелия.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Методика полевых и лабораторных исследований

Исследования проводили на опытном поле Марийского государственного университета в условиях стационарного полевого опыта в 2018-2022 г. Жидкое органическое удобрение до посева вносили в дозах 60 м³/га, 90 м³/га и 120 м³/га. Подкормку озимой пшеницы проводили жидким органическим удобрением в весеннее кущение в дозе 20 м³/га. В опыте использовали жидкое органическое удобрение на основе свиного навоза, приготовленное в соответствии с ТУ ГОСТ 33830-2016 (37а) с содержанием: азота 0,14-0,25 %, фосфора 0,05-0,11 % и калия 0,13-0,21 %. Приготовление заключалось в накоплении в навозных ваннах, где применяли биологические препараты для деструкции (Тамир, Доктор Роббик, Феркон-Д и др). Накопленные отходы выдерживали в течении 8-12 месяцев, в лагунах-накопителях (82а). Общее количество жидкого навоза накапливаемого ежегодно составляло 300-350 тыс. м³. Перед внесением навозную жижу гомогенизировали, аэрировали с помощью навесных и понтонных миксеров до однородного состояния, кроме того перед внесением отбирали пробы на агрохимические и ветеринарно-санитарные показатели на соответствия ГОСТ. Как для поверхностного, так и для внутрипочвенного внесения навозной жижи использовали машину для внесения жидких удобрений МЖУ-20-1. Объектом исследований являлась озимая пшеница сорта Московская 56, первой репродукции. Норма высева составляла 4,5-5,0 млн. шт/га. Предшественником была викоовсяная смесь, выращиваемая на зеленый корм. Агротехника возделывания озимой пшеницы была рекомендованной для зоны.

Площадь делянки – (13м x 6,5м) 84,5 м², учетная (12м x 5м) 60 м². Полевой опыт был заложен в трехкратной повторности методом расщепленных делянок.

Схемы опыта:

1. A1B1; 2. A1B2; 3. A1B3; 4. A1B4; 5. A1B5; 6. A1B6; 7. A1B7;
8. A2B1; 9. A2B2; 10. A2B3; 11. A2B4; 12. A2B5; 13. A2B6; 14. A2B7

Фактор А – подкормка. А1 – без подкормки. А2 - подкормка жидким органическим удобрением в дозе 20 м³/га.

Фактор В – дозы и способы внесения жидкого органического удобрения.

В1 – без удобрений. В2 - внутрипочвенное внесение, 60 м³/га жидкого органического удобрения. В3 – поверхностное внесение 60 м³/га жидкого органического удобрения. В4 - внутрипочвенное внесение, 90 м³/га жидкого органического удобрения. В5 – поверхностное внесение 90 м³/га жидкого органического удобрения. В6 - внутрипочвенное внесение, 120 м³/га жидкого органического удобрения. В7 – поверхностное внесение 120 м³/га жидкого органического удобрения.

Фенологические наблюдения проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1967).

Учёт урожая проводили поделяночно с индивидуальным взвешиванием зерна с каждой делянки. Статистическую обработку урожайных данных проводили по Б. А. Доспехову.

Экономический анализ проводили с учетом фактических затрат и рыночной стоимости зерна.

Агрохимические анализы почвы и растений проводили рекомендованными для зоны методами. (Агрохимические методы исследования почв, 1975, Панников, 1983, Ягодин, 1987). Натурную массу зерна определяли по ГОСТ 10840–64, массу 1000 зерен по ГОСТ 10842–89, Определяли подвижные формы фосфора и калия в вытяжке Кирсанова по ГОСТ 26207–2021, гидролитическую кислотности по Каппену в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26212–2021, гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213–91, рН по ГОСТ 26483–85, обменный аммоний по ГОСТ 26489-85, нитратный азот с ионоселективным электродом.

Учеты и анализы проводили при 2-х кратной полевой и 2-4 кратной лабораторной повторностях с использованием стандартных образцов САДПП - 0.1; СБМП - 0.1 (Шафринский, 1978).

2.2 Почвы региона и почвенный покров опытного участка

Республика Марий Эл входит в состав Восточного региона Нечерноземной зоны России. «Почвенный покров республики складывается из большого числа видов почв, наиболее распространенными и составляющими основной фон почвенного покрова (85 % пашни) являются дерново-подзолистые различного гранулометрического состава» (Смирнов, 1968).

Почва стационарного опыта дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая малогумусная на опесчаненном покровном суглинке перед закладкой опыта имела следующие агрохимические показатели: рН_{сол.} 5,6-5,7, Нг(по Каппену) 1,9 мг-экв/100г, S(по Каппену-Гильковицу) 12,0 мг-экв/100г, V-86,3%, гумус(по Тюрину) 1,85-2,0 %, Нлг(по Корнфилду) 98-106 мг/1000г, (в вытяжке по Кирсанову) P₂O₅ 262-293 мг/1000г, K₂O 128-162 мг/1000г.

2.3 Климат зоны и погодные условия в годы исследований

Территория Республики Марий Эл относится к зоне неустойчивого увлажнения. По данным гидрометцентра: «На территории города Йошкар-Олы количество осадков составляет около 550 мм в год. Большая часть осадков выпадает в виде дождя. В холодное время года выпадает до 135 мм осадков в виде снега, высота снежного покрова составляет в среднем 35-50 см. Устойчивый снежный покров лежит в среднем 155 дней. Гидротермический коэффициент 1,1 -1,2. Лето в регионе непродолжительное, с неодинаковым распределением осадков по месяцам» (Агроклиматические ресурсы, 1972).. «Сумма активных температур выше +10 °С составляет 2000-2100 °С. Средняя температура января – 13,0-13,7 °С, средняя температура июля + 18,2 °С. Продолжительность вегетационного периода – 167-171 дней. Период с температурой выше 10 °С длится 128-132 дня, с температурой выше 15 °С длится 80-85 дней, зима холодная, снежная. Почвы промерзают в конце октября и полностью оттаивают в конце апреля» (Агроклиматические ресурсы, 1972).

Погодные условия в годы исследований имели свои особенности.

Весна 2019 года была теплая с недобором осадков. Лето было теплым с избытком осадков (рис. 1). По данным метеостанции Йошкар-Ола «Средняя температура июня 2019 года была чуть выше среднеголетних данных на $0,3^{\circ}\text{C}$ и составила $+16,5^{\circ}\text{C}$ (при норме $+16,2^{\circ}\text{C}$). Жаркая погода в начале месяца сменилась прохладной в середине и в конце месяца. В июне 2019 года выпало $34,8$ мм, что составило 57% от нормы. Наибольшее количество осадков $20,2$ мм выпало в один день – 28 июня (треть месячной нормы). Средняя температура июля 2019 года была ниже среднеголетних данных на $1,9^{\circ}\text{C}$ и составила $16,5^{\circ}\text{C}$ (при норме $18,4^{\circ}\text{C}$). В июле 2019 года выпало всего $78,4$ мм осадков, что составило $94,5\%$ нормы. Осадков не хватало во второй и третьей декадах. В августе 2019 года средняя температура была ниже среднеголетних данных на $1,8^{\circ}\text{C}$ и составила $+14,4^{\circ}\text{C}$. Самая низкая температура отмечена ночью с 30 на 31 августа $-0,9^{\circ}\text{C}$, а максимальная 18 августа (28°C). Осадков в августе 2019 года было также выше обычного. При норме 60 мм выпало $88,4$ мм осадков, что составило $147,3\%$ » (Агрометеоусловия, 2019). В целом агрометеорологические условия 2019 г. вегетационного периода были удовлетворительными.

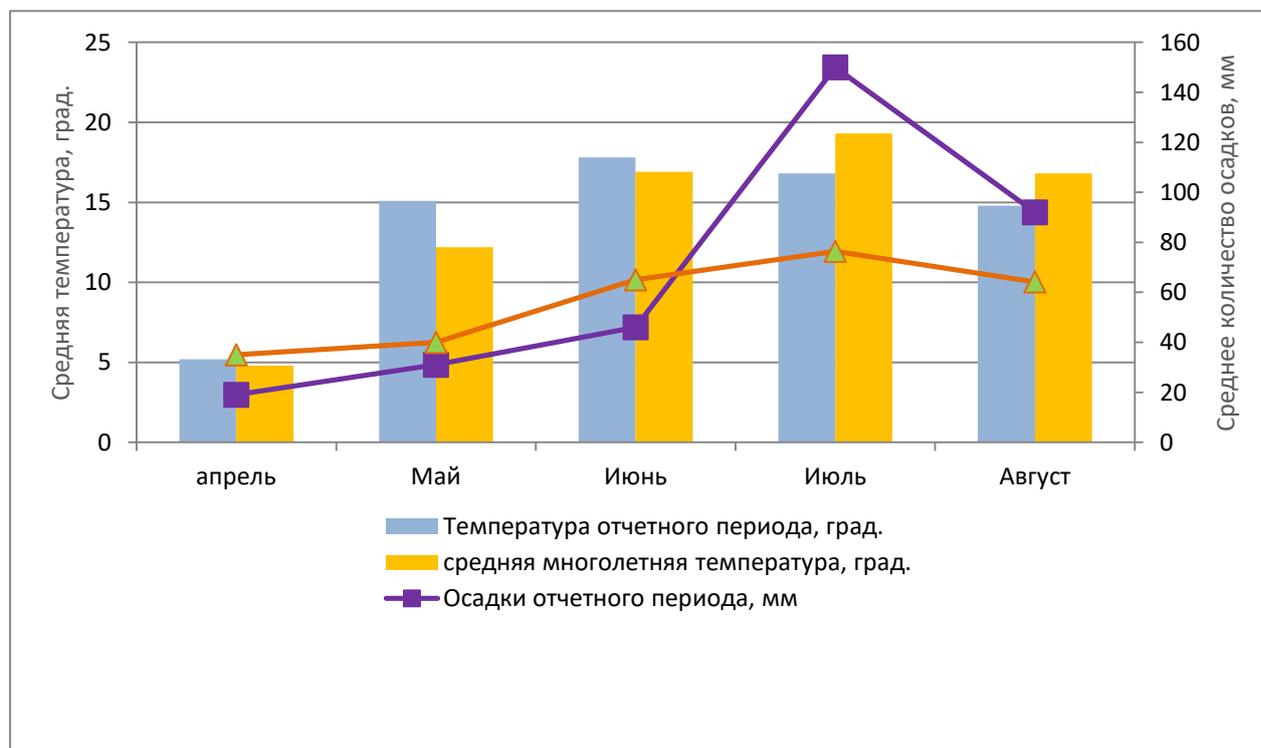


Рисунок 1 – Метеорологические условия 2019 года

Весна 2020 года была близка по значениям температуры к средним многолетним наблюдениям, осадки в течении вегетативного периода выпадали интенсивнее чем в среднем за многолетние наблюдения (рис. 2). По данным метеостанции Йошкар-Ола «средняя температура июня 2020 года была ниже среднемноголетних данных на 1,2°C и составила +15°C (при норме +16,2°C). В 2020 году при июньской норме 61 мм осадков выпало 57,7 мм, что составило 94,7 % от нормы. Наибольшее количество осадков выпало в первую декаду. Средняя температура июля 2020 года была выше среднемноголетних данных на 1,5°C и составила 19,9°C (при норме 18,4°C). При норме 83 мм в июле 2020 года выпало всего 98,9 мм осадков, что составляет 119,2 %. Средняя температура августа 2020 года была ниже среднемноголетних данных на 0,7°C и составила +15,5°C (при норме +16,2°C). Осадков в августе 2020 года было выше обычного. При норме 60 мм выпало 100 мм осадков, что составляет 166,7%. В первые две декады августа осадков было в избытке, а в третьей декаде – недостаток» (Агрометеоусловия, 2020).

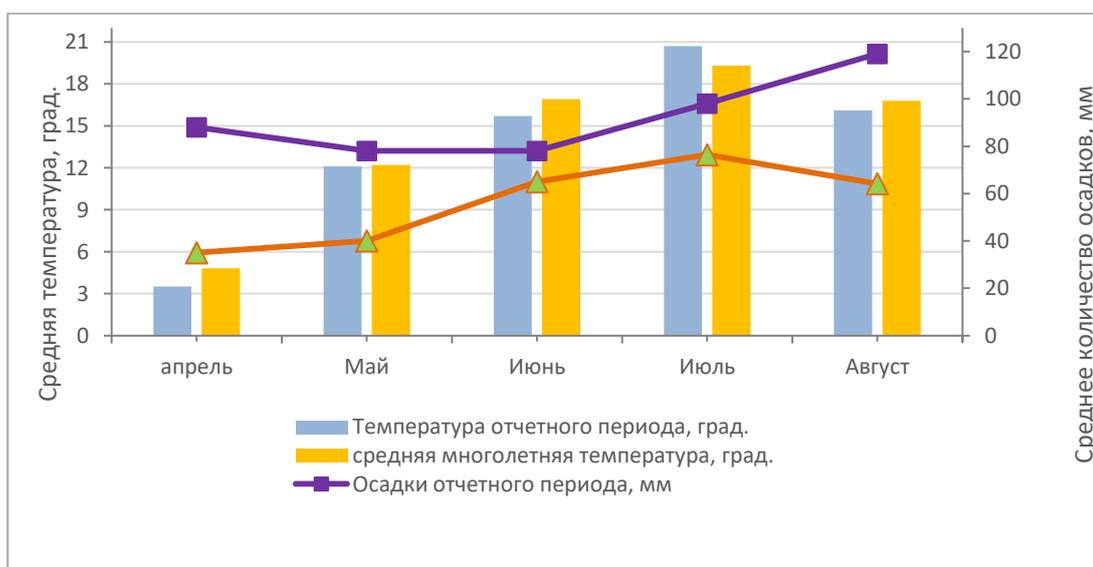


Рисунок 2 – Метеорологические условия 2020 года

В 2021 году из-за поздних сроков посева всходы озимой пшеницы появились 2-3 сентября. Погодные условия для роста и развития озимой пшеницы в осенний период были удовлетворительные. Осень была теплой и влажной.

Среднесуточная температура сентября составила $+11^{\circ}\text{C}$, а октября $+9^{\circ}\text{C}$. В первой декаде ноября в ночное время на почве были заморозки до -2°C .

Весна 2022 года была близка по значениям температуры к средним многолетним наблюдениям, осадки в течении вегетативного периода выпадали равномерно как в среднем за многолетние наблюдения (рис.3). По данным метеостанции Йошкар-Ола «в целом, средняя температура лета 2022 года составила $18,6^{\circ}\text{C}$, что на $1,7^{\circ}\text{C}$ выше нормы ($16,9^{\circ}\text{C}$). Самым прохладным месяцем лета был июнь, особенно вторая и третья декады. Средняя температура июня 2022 года была чуть выше среднемноголетних данных на $0,2^{\circ}\text{C}$, но за счет жаркого начала месяца она составила $+16,4^{\circ}\text{C}$ (при норме $+16,2^{\circ}\text{C}$). Среднемесячная температура июля и августа была одинаковой - $+19,7^{\circ}\text{C}$, но в июле превышение нормы составило $1,3^{\circ}\text{C}$, а в августе уже $3,5^{\circ}\text{C}$. Летом 2022 года осадков было мало. При норме 204 мм выпало 130,1 мм осадков, что составило 60,5 % от нормы. С осадками были 31 день. Из них 3 дня дождей выпадало менее 0,1 мм. Самой дождливой была вторая декада июля. Выпало 54 мм осадков (186,2 %). Самое большое количество осадков за лето было 13 и 14 июля - 25,3 мм. В остальные декады всегда их нехватка. Во второй декаде августа дождей вообще не было и 18 дней подряд» (Агрометеоусловия, 2022).

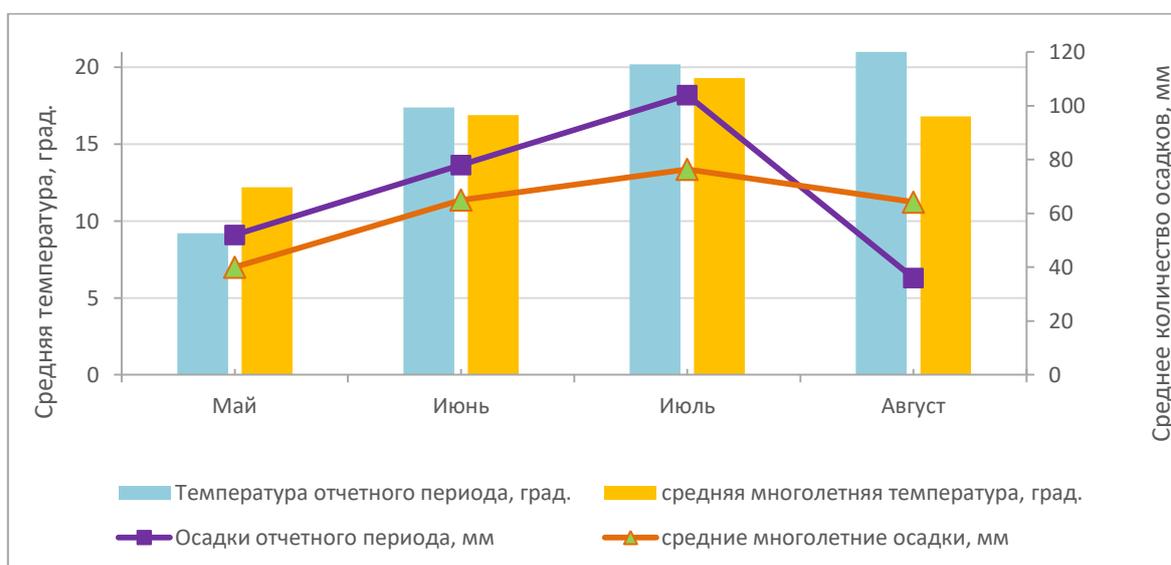


Рисунок 3 – Метеорологические условия 2022 года

3.0 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Влияние доз и способов внесения жидкого органического удобрения на водный и питательный режим почвы

Почвенная влага является одним из важнейших факторов жизни растений. Оптимальная влажность почвы обеспечивает появление дружных всходов, создает хорошие условия для минерального питания растений и их перезимовки. Дозы и способы внесения жидкого органического удобрения влияли на водный режим почвы (табл. 1). Разлив жидкого органического удобрения по поверхности почвы приводил к частичному испарению влаги и ее потерям. В период всходов в верхнем пахотном слое почвы содержание влаги в вариантах с внутрипочвенным внесением было на 0,4-1,0 % больше по сравнению с поверхностным разливом и на 0,9-2,0 % по сравнению с не удобренной почвой. Как следствие этого - на вариантах с внутрипочвенным внесением жидкого навоза всходы озимой пшеницы появлялись на 1-2 дня раньше.

Таблица 1 – Влажность почвы, % (всходы, среднее за 2018 и 2021гг.)

Доза и способ внесения жидкого навоза	0-20 см	20-40 см	40-60 см
Без удобрений	19,9	20,7	21,6
60 м ³ /га, внутрипочвенно	20,8	21,8	21,7
60 м ³ /га, поверхностно	20,4	22,0	21,6
90 м ³ /га, внутрипочвенно	21,3	21,8	22,0
90 м ³ /га, поверхностно	20,9	21,7	21,7
120 м ³ /га, внутрипочвенно	21,9	22,1	22,1
120 м ³ /га, поверхностно	20,9	21,9	21,9

Расчет запаса влаги показал, что в почве контрольного варианта в слое почвы 0-60 см содержалось 174,16 мм. При внутрипочвенном внесении 60

м³/га жидкого органического удобрения запас влаги увеличился до 180,04 мм, а при поверхностном разливе до 179,20 мм. С увеличением нормы внесения жидкого органического удобрения запас влаги в почве увеличивался. Наибольший запас влаги в почве 185,08 мм был при внутрипочвенном внесении жидкого навоза в дозе 120 м³/га (табл. 2).

Таблица 2 – Запас влаги в почве, мм (всходы, среднее за 2018 и 2021гг.)

Доза и способ внесения жидкого навоза	0-20 см	20-40 см	40-60 см	0-60 см
Без удобрений	55,72	57,96	60,48	174,16
60 м ³ /га, внутрипочвенно	58,24	61,04	60,76	180,04
60 м ³ /га, поверхностно	57,12	61,60	60,48	179,20
90 м ³ /га, внутрипочвенно	59,64	61,04	61,6	182,28
90 м ³ /га, поверхностно	58,52	60,76	60,76	180,04
120 м ³ /га, внутрипочвенно	61,32	61,88	61,88	185,08
120 м ³ /га, поверхностно	58,52	61,32	61,32	181,16

На дерново-подзолистой почве основным лимитирующим элементом питания является азот. От обеспеченности растений минеральным азотом зависит формирование величины и качества урожая. Использование жидкого органического удобрения повышало в почве содержание аммонийного, нитратного и как следствие минерального азота. С увеличением дозы его внесения содержание азота в почве возрастало (табл.3).

Как показали исследования, к концу вегетации основной формой азота в почве являлся аммонийный азот. В 2019 году его содержание в почве было выше по сравнению с 2021 годом. В среднем за два года в не удобренной почве содержание аммонийного азота составило 7,6 мг/кг, а нитратного – 3,4 мг/кг. В варианте с поверхностным внесением жидкого свиного навоза в дозе

60 м³/га содержание аммонийного азота в почве составило 9,6 мг/кг, а нитратного 3,9 мг/кг. Внутрипочвенное внесение жидкого навоза в той же дозе повысило содержания аммонийного азота до 12,0 мг/кг, а нитратного до 5,4 мг/кг почвы. В почве с поверхностным внесением жидкого свиного навоза в дозе 90 м³/га концентрация аммиачного азота составила 11,7 мг/кг, а нитратного азота 8,5 мг/кг. Внутрипочвенное внесение данной дозы обеспечило увеличение содержания аммонийного азота до 12,5 мг/кг, а нитратного азота до 9,8 мг/кг. Наибольшие концентрации аммиачного и нитратного азота были в почве с внесением 120 м³/га. При разливе данной дозы содержание аммиачного азота составило 15,1 мг/кг, а нитратного азота 8,9 мг/кг. При внутрипочвенном внесении свиной жижи в дозе 120 м³/га концентрация в почве аммиачного азота составила 18,2 мг/кг, а нитратного азота 11,5 мг/кг.

Таблица 3 – Содержание минерального азота в почве, мг/кг
(кущение, 0-20 см, конец осенней вегетации).

Доза и способ внесения жидкого навоза	N-NH ₄			N- NO ₃			N _{мин.}		
	2019г.	2021г.	Ср.	2019г.	2021г.	Ср.	2019г.	2021г.	Ср.
Без удобрений (контроль)	10,1	5,2	7,6	3,7	3,0	3,4	13,8	8,2	11,0
60 м ³ /га, внутрипочвенно	15,6	8,4	12,0	6,3	4,6	5,4	21,9	16,0	18,9
60 м ³ /га, поверхностно	12,0	7,3	9,6	3,5	4,2	3,9	15,5	14,6	15,1
90 м ³ /га, внутрипочвенно	15,6	9,4	12,5	11,8	7,8	9,8	27,4	17,3	22,3
90 м ³ /га, поверхностно	14,0	9,4	11,7	9,8	7,1	8,5	23,8	17,1	20,4
120 м ³ /га, внутрипочвенно	24,0	12,5	18,2	20,2	10,7	11,5	44,2	22,9	33,5
120 м ³ /га, поверхностно	19,6	10,5	15,1	10,0	7,8	8,9	29,6	19,7	24,3

В среднем за годы исследований содержание минерального азота в не удобренной почве составило 11,0 мг/кг. При поверхностном внесении жидкого органического удобрения в дозе 60 м³/га содержание минерального азота в

почве возросло до 15,1 мг/кг. Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения обеспечило значительное повышение содержания минерального азота в почве до 18,9 мг/кг. Внесение жидкого органического удобрения в дозе 90 м³/га обеспечило соответственно содержания минерального азота в почве 20,4 мг/кг и 22,3 мг/кг. Максимальное содержание минерального азота было в почве с внесением жидкого органического удобрения в дозе 120 м³/га. При поверхностном внесении содержание минерального азота в почве составило 24,3 мг/кг, а при внутрипочвенном – 33,5 мг/кг (табл.3).

Внесение жидкого органического удобрения изменяло содержание элементов питания в надземной массе озимой пшеницы (табл. 4). Перед уходом в зиму в среднем за два года в надземной массе озимой пшеницы выращенной на не удобренном фоне содержание азота составило 3,20 %, фосфора 0,99 % и калия 2,56 %.

Таблица 4 – Химический состав надземной массы озимой пшеницы, (кущение, конец осенней вегетации)

Доза и способ внесения жидкого навоза	N, %			P ₂ O ₅ , %			K ₂ O, %		
	2019г.	2021г.	Ср.	2019г.	2021г.	Ср.	2019г.	2021г.	Ср.
Без удобрений (контроль)	3,00	3,39	3,20	1,42	0,56	0,99	2,64	2,48	2,56
60 м ³ /га, внутрипочвенно	3,41	3,80	3,61	1,40	0,78	1,09	2,46	3,76	3,11
60 м ³ /га, поверхностно	3,22	3,72	3,47	1,45	0,90	1,18	2,05	3,78	2,92
90 м ³ /га, внутрипочвенно	4,80	4,06	4,43	1,40	1,02	1,21	2,71	3,90	3,31
90 м ³ /га, поверхностно	4,22	3,91	4,07	1,52	0,59	1,06	2,43	3,51	2,97
120 м ³ /га, внутрипочвенно	4,49	4,31	4,40	1,68	0,75	1,22	2,65	3,92	3,28
120 м ³ /га, поверхностно	4,12	4,09	4,10	1,31	1,00	1,15	2,36	3,59	2,98

В растениях озимой пшеницы, выращиваемых с внесением жидкого органического удобрения содержание элементов питания было выше. Внутрипочвенное внесение 60 м³/га увеличило содержание азота, фосфора и кали со-

ответственно до 3,61 %, 1,09 % и 3,11 %. При поверхностном внесении содержание элементов питания соответственно составило 3,47%, 1,18 % и 2,92 %. Увеличение дозы внесения жидкого органического удобрения до 90 м³/га повысило содержание питательных элементов в растениях озимой пшеницы. На варианте с поверхностным внесением жидкого органического удобрения содержание азота, фосфора и калия в растениях соответственно составило 4,07 %, 1,06 % и 2,97 %. В растениях озимой пшеницы выращиваемой с поверхностным внесением 120 м³/га жидкого органического удобрения содержание азота составило 4,10 %, фосфора 1,15 % и калия 2,98 %. Внутрипочвенное внесение той же дозы обеспечило содержание питательных элементов в растениях азота 4,40 %, фосфора 1,22 % и калия 3,28 %.

В период весеннего кушения на не удобренном варианте в растениях озимой пшеницы азота содержалось 3,19 %, фосфора 0,95 %, калия 3,38 % (табл. 5). В надземной массе озимой пшеницы, выращенной на удобренной почве, содержание элементов питания было выше.

Таблица 5 - Динамика химического состава надземной массы озимой пшеницы (в среднем за 2019 и 2022 гг).

Доза и способ внесения жидкого навоза	Фазы развития								
	Возобновление вегетации			Выход в трубку			Колошение		
	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %
Без удобрений	3,19	0,95	3,38	3,08	0,78	3,28	1,02	0,49	1,51
60 м ³ /га, внутрипочвенно	3,58	0,98	3,83	3,75	0,80	3,35	1,28	0,49	1,71
60 м ³ /га, поверхностно	3,26	1,00	3,82	3,22	0,78	3,34	1,18	0,48	1,56
90 м ³ /га, внутрипочвенно	4,23	1,11	4,19	4,08	0,85	3,66	1,39	0,54	1,55
90 м ³ /га, поверхностно	4,06	1,02	3,88	3,26	0,80	3,59	1,30	0,48	1,51
120 м ³ /га, внутрипочвенно	4,34	0,99	3,96	4,44	0,81	3,91	1,45	0,48	1,70
120 м ³ /га, поверхностно	4,05	0,99	4,03	3,84	0,87	3,67	1,35	0,45	1,72

С возрастанием дозы внесения жидкого органического удобрения в надземной массе озимой пшеницы повышалось содержание азота. Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения обеспечило более высокое содержание азота в растениях озимой пшеницы по сравнению с поверхностным. На содержание в растениях фосфора и калия способ внесения жидкого органического удобрения существенно не влиял. Аналогичные закономерности были получены также в фазы выхода в трубку и колошения. С ростом надземной массы озимой пшеницы содержание элементов питания в растениях снижалось. В фазу колошения в надземной массе озимой пшеницы выращенной на не удобренном фоне содержание азота составило 1,02 %, фосфора 0,49 % и калия 1,51 %. В растениях озимой пшеницы, выращенных с внесением жидкого навоза содержание элементов питания было выше. В варианте с внутрипочвенным внесением свиной жижи в дозе 60 м³/га содержание в надземной массе озимой пшеницы азота составило 1,28 %, фосфора 0,49 % и калия 1,71 %. В варианте с поверхностным внесением жидкого свиного навоза в дозе 60 м³/га содержание элементов питания в надземной массе озимой пшеницы азота составило: азота 1,18%, фосфора 0,48 % и калия 1,56 %. В растениях озимой пшеницы, выращенных в варианте с внутрипочвенным внесением жижи в дозе 90 м³/га содержалось азота 1,39 %, фосфора 0,54 % и калия 1,55 %. В варианте с внесением данной дозы свиного навоза путем разлива содержание элементов питания в растениях было ниже и составило азота 1,30 %, фосфора 0,48 % и калия 1,51 %. В растениях озимой пшеницы выращиваемой с поверхностным внесением 120 м³/га жидкого навоза содержание азота составило 1,35 %, фосфора 0,45 % и калия 1,72 %. Внутрипочвенное внесение той же дозы обеспечило содержание питательных элементов в растениях азота 1,45 %, фосфора 0,48 % и калия 1,70 %. (табл. 5)

Лучшие условия питания обеспечили нарастание и большей биомассы. Урожайность биомассы озимой пшеницы в фазу трубкования на не удобренном варианте составила 0,82 т/га. В варианте с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения в дозе 60 м³/га она возросла до 1,09 т/га. При разливе

данной дозы по поверхности поля урожайность биомассы озимой пшеницы была сформирована меньше и составила 0,95 т/га. На посевах с внесением 90 м³/га жидкого органического удобрения в разлив урожайность биомассы озимой пшеницы возросла до 1,11 т/га, а с внутрипочвенным – до 1,24 т/га. На фонах с внесением 120 т/га жидкого органического удобрения урожайность надземной массы озимой пшеницы возросла соответственно до 1,39 т/га и 1,46 т/га (табл. 6).

Таблица 6 – Нарастание биомассы озимой пшеницы, т/га возд. сух. массы (в среднем за 2019 и 2022 гг).

Вариант	Выход в трубку		Колошение	
	Без подкормки	С подкормкой	Без подкормки	С подкормкой
Без удобрений (контроль)	0,82	0,90	3,51	3,78
60 м ³ /га, внутрипочвенно	1,09	1,34	4,26	4,49
60 м ³ /га, поверхностно	0,95	1,18	3,81	3,95
90 м ³ /га, внутрипочвенно	1,24	1,46	4,31	4,71
90 м ³ /га, поверхностно	1,11	1,24	4,05	4,37
120 м ³ /га, внутрипочвенно	1,46	1,60	4,64	5,11
120 м ³ /га, поверхностно	1,39	1,31	4,42	4,59

Весенняя подкормка озимой пшеницы жидким органическим удобрением положительно сказалась на нарастании надземной массы. Прирост урожайности воздушно-сухой биомассы по вариантам составил от 0,08 т/га до 0,25 т/га. Следует отметить, что с увеличением дозы внесения жидкого органического удобрения прирост урожайности от проведения подкормки снижался. На вариантах с внесением жидкого органического удобрения в дозе 60 м³/га прибавки от подкормки составили от 0,25 т/га до 0,23 т/га, в дозе 90 м³/га от 0,22 т/га до 0,13 т/га, а в дозе 120 м³/га от 0,14 т/га до 0,08 т/га. В фазу колошения урожай-

ность биомассы озимой пшеницы значительно возросла. На контроле она составила 3,51 т/га, а при применении подкормки возросла до 3,78 т/га. В варианте с поверхностным внесением 60 м³/га свиной жижи урожайность воздушно-сухой биомассы составила 3,81 т/га, а в варианте с внутрипочвенным внесением – 4,26 т/га. Подкормка увеличила урожайность биомассы озимой пшеницы соответственно на 0,14 т/га и 0,23 т/га. В варианте с поверхностным внесением жидкого навоза в дозе 90 м³/га урожайность биомассы озимой пшеницы составила 4,05 т/га, а с внутрипочвенным внесением 4,31 т/га. На фоне с подкормкой урожайность воздушно-сухой биомассы соответственно возросла на 0,32 т/га и 0,40 т/га. Увеличение дозы внесения жидкого навоза до 120 м³/га сопровождалось дальнейшим повышением урожайности. В варианте с поверхностным разливом жижи урожайность составила 4,42 т/га, а при внутрипочвенном внесении 4,64 т/га. Проведение весенней подкормки повысило урожайность воздушно-сухой биомассы соответственно до 4,59 т/га и 5,11 т/га (табл. 6).

3.2 Влияние доз и способов внесения жидкого органического удобрения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы

Урожайность сельскохозяйственных культур является величиной, показывающей обеспеченность растений факторами жизни. Чем лучше почвенно-климатические условия соответствуют биологическим особенностям культур, тем выше формируется урожайность. На урожайность зерна озимой пшеницы оказывали влияние погодные условия и обеспеченность растений элементами питания. Наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы была получена в наиболее благоприятных 2019 и 2022 годах. В 2019 году урожайность зерна озимой пшеницы по вариантам опыта изменялась от 3,19 т/га до 5,25 т/га. В 2022 году урожайность озимой пшеницы варьировала по вариантам от 2,21 т/га до 4,91 т/га. Эффективность жидкого органического удобрения зависела от дозы и способа внесения. С улучшением условий питания растений урожайность возрастала.

Без применения удобрений в среднем за годы исследований урожайность

зерна озимой пшеницы, выращиваемой по викоовсяной смеси, составила 2,56 т/га. В варианте с поверхностным внесением свиной жижи в дозе 60 м³/га урожайность зерна озимой пшеницы составила 3,22 т/га. Окупаемость жидкого свиного навоза прибавкой урожая составила 11,0 кг/м³. Внесение жидкого навоза внутрь почвы по сравнению с разливом увеличило урожайность зерна до 3,5 т/га, а окупаемость внесения возросла до 15,7 кг/м³.

Таблица 7 – Урожайность зерна озимой пшеницы, т/га

Подкормка (А)	Доза и способ внесения жидкого навоза (В)	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем	Окупаемость, кг/м ³
Без подкормки	Без удобрений	3,19	2,27	2,21	2,56	-
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	4,10	2,93	3,46	3,50	15,7
	60 м ³ /га, поверхностно	3,72	2,73	3,22	3,22	11,0
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	4,83	3,61	3,81	4,08	16,9
	90 м ³ /га, поверхностно	4,58	3,42	3,46	3,82	14,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	4,56	3,80	3,98	4,11	12,9
	120 м ³ /га, поверхностно	4,19	3,32	3,86	3,79	10,2
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	3,51	2,58	2,91	3,10	27,0
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	5,00	3,30	4,12	4,14	17,3
	60 м ³ /га, поверхностно	4,61	2,99	3,92	3,84	12,3
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	5,25	4,01	4,38	4,54	16,0
	90 м ³ /га, поверхностно	5,08	3,62	4,20	4,30	13,3
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	5,21	4,25	4,44	4,63	12,8
	120 м ³ /га, поверхностно	4,98	3,63	4,91	4,50	11,7
НСР ₀₅ А		0,27	0,24	0,23	0,25	

В	0,15	0,14	0,12	0,14	
---	------	------	------	------	--

В варианте с внесением жидкого свиного навоза поверхностно в дозе 90 м³/га урожайность зерна озимой пшеницы составила 3,82 т/га, а с внутрипочвенным внесением 4,08 т/га. Окупаемость применения жидкого навоза прибавкой урожая соответственно составила 14,0 кг/м³ и 16,9 кг зерна. Увеличение дозы внесения жидкого навоза до 120 м³/га не приводило к существенному увеличению урожайности зерна озимой пшеницы. При внутрипочвенном внесении жидкого органического удобрения урожайность зерна составила 4,11 т/га, а при поверхностном – 3,79 т/га. Окупаемость внесения жидкого навоза при этом снизилась соответственно до 12,9 кг/м³, и 10,2 кг/м³.

Проведение весенней подкормки жидким навозом повысило урожайность зерна озимой пшеницы с 2,56 т/га до 3,1 т/га. При этом была получена самая высокая окупаемость внесения жидкого навоза 27 кг/м³. На фоне с подкормкой, в варианте с поверхностным внесением жидкого свиного навоза в дозе 60 м³/га урожайность зерна озимой пшеницы составила 3,84 т/га, а с внутрипочвенным внесением 4,14 т/га. Окупаемость применения жидкого навоза прибавкой урожая соответственно составила 12,3 кг/м³ и 17,3 кг зерна. На данном фоне в варианте с внесением свиной жижи поверхностно в дозе 90 м³/га урожайность зерна озимой пшеницы составила 4,30 т/га, а с внутрипочвенным внесением 4,54 т/га. Окупаемость применения жидкого навоза прибавкой урожая соответственно составила 13,3 кг/м³ и 16,0 кг зерна. В варианте с внутрипочвенным внесением жижи в дозе 120 м³/га урожайность зерна составила 4,63 т/га, а с поверхностным – 4,50 т/га. Окупаемость внесения жидкого навоза при этом снизилась соответственно до 12,8 кг/м³, и 11,7 кг/м³. (табл. 7, прил. 1-3). Проведение корреляционно-регрессионного анализа показало, что связь между дозами жидкого навоза и урожайностью зерна озимой пшеницы была сильной ($r=0,92$), а зависимость описывалась уравнением первой степени $y=70,46 X - 175,3$. Данные по урожайности соломы представлены в приложении 5.

Внесение жидкого органического удобрения изменяло показатели структуры урожая. При его применении повышалась продуктивная кустистость, возрастало

количество зерен в колосе, увеличивалась масса зерна с колоса (табл. 8, прил. 18). С увеличением дозы внесения показатели структуры урожая возрастали. На фоне без подкормки максимальная продуктивная кустистость 2,7, наибольшее количество зерен в колосе 26 шт. и наивысшая масса зерна с колоса 1,16 г были получены при выращивании озимой пшеницы с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения в дозе 120 м³/га.

Таблица 8 – Структура урожая озимой пшеницы (в среднем за три года)

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	Продуктивная кустистость, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Без подкормки	Без удобрений	1,8	19	0,87
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	2,3	23	1,01
	60 м ³ /га, поверхностно	2,2	22	0,99
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	2,5	23	1,06
	90 м ³ /га, поверхностно	2,3	23	0,98
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	2,7	26	1,16
	120 м ³ /га, поверхностно	2,6	24	1,09
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	2,2	20	1,00
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	2,8	24	1,20
	60 м ³ /га, поверхностно	2,6	24	1,07
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	2,9	25	1,24
	90 м ³ /га, поверхностно	2,8	24	1,21
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	3,0	26	1,33
	120 м ³ /га, поверхностно	2,8	26	1,28

На не удобренном варианте масса зерна с колоса составила 0,87 г. Внесение

свиной жижи в дозе 60 м³/га, внутрипочвенно повысило ее на 0,14 г, а при поверхностном разливе на 0,12 г. Внесение свиной жижи в дозе 90 м³/га увеличило массу зерна с колоса соответственно на 0,19 и 0,11 г, а в дозе 120 м³/га на 0,29 и 0,22 г. Положительное влияние на показатели структуры урожая озимой пшеницы оказала весенняя подкормка жидким органическим удобрением, в дозе 20 м³/га. При ее применении продуктивная кустистость возрастала на 0,4 шт, масса зерна с колоса на 0,13 г, а количество зерен в колосе увеличивалось на 1 шт.

Максимальная продуктивная кустистость 3,0, наибольшее количество зерен в колосе 26 шт. и наивысшая масса зерна с колоса 1,33 г были получены в варианте с внутрипочвенном внесении жидкого навоза в дозе 120 м³/га (табл. 8).

Важным показателем качества зерна является натурная масса. Она показывает выполненность зерна. Натурная масса зерна зависит от генетических особенностей культуры, сложившихся погодных условий и применяемой агротехники. Как показали исследования, максимальную натуру 826 -839 г/л имело зерно озимой пшеницы, выращенной в 2019 году. В 2020 и 2022 гг. было получено зерно с меньшей натурой. В 2019 году применение жидкого навоза до посева существенным образом не влияло на натурную массу зерна озимой пшеницы. Показатели натурности зерна по вариантам изменялись в пределах 826-827 г (табл. 8, прил. 11-13).

Проведение весенней подкормки повысило натурную массу зерна озимой пшеницы до 836 г/л. На фоне подкормки применении жидкого органического удобрения в дозе 60 т/га, 90 т/га и 120 т/га, существенным образом не влияли на натурную массу зерна озимой пшеницы. На фоне с подкормкой изменения натурной массы происходили в пределах от 827 г/л до 839 г/л. Следует отметить тенденцию к снижению натурной массы зерна при применение жидкого органического удобрения в дозе 120 т/га. Аналогичная тенденция прослеживалась и в 2020 и в 2022 годах. На вариантах с применением жидкого органического удобрения натурная масса зерна озимой пшеницы несколько снижалась.

В среднем за три года натурная масса зерна озимой пшеницы в зависимости

от изучаемых приемов изменялась от 788,4г/л до795,4 г/л (табл. 9).

Таблица 9 –Натура зерна, г/л

Под-кормка (А)	Дозы и способы внесения жидкого навоза (В)	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	827	782,5	775,3	794,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	826	778,1	779,3	794,5
	60 м ³ /га, поверхностно	826	779,1	771,0	792,0
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	827	776,0	775,6	792,8
	90 м ³ /га, поверхностно	827	777,2	769,7	791,3
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	826	775,2	775,3	792,2
	120 м ³ /га, поверхностно	827	778,1	772,0	792,4
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	836	777,3	773,0	795,4
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	839	767,6	779,0	795,2
	60 м ³ /га, поверхностно	836	764,5	774,0	791,5
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	836	765,8	780,7	794,2
	90 м ³ /га, поверхностно	828	768,0	769,3	788,4
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	828	766,9	774,0	789,6
	120 м ³ /га, поверхностно	827	771,4	774,7	791,0
НСР ₀₅ А В		2,9 13,9	17,4 14,3	11,7 7,2	10,7 11,8

Масса 1000 зерен представлена в (табл. 10, прил. 8-10). Масса 1000 зерен озимой пшеницы по годам исследований изменялась следующим образом. Максимальные показатели массы 1000 зерен были получены в 2019 году. Они составляли от 47,3 г при выращивании озимой пшеницы с внутрипочвенным внесением 120 м³/га жидкого органического удобрения до 54,3 г при применении ве-

сенней подкормки. В 2020 году масса 1000 зерен озимой пшеницы по вариантам опыта варьировала от 40,5 г при внутрипочвенном внесении 120 м³/га жидкого органического удобрения до 42,9 г при поверхностном внесении 60 м³/га данного удобрения. В 2022 году масса 1000 зерен озимой пшеницы по вариантам изменялась от 42,5 г с поверхностным внесением 90 м³/га жидкого органического удобрения до 48,8 г с внутрипочвенным внесением, 90 м³/га жижи.

Таблица 10 – Масса 1000 зерен озимой пшеницы, г

Подкормка (А)	Доза и способ внесения жидкого навоза (В)	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	53,0	42,0	42,9	45,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	45,6	42,1	45,8	44,5
	60 м ³ /га, поверхностно	50,0	42,1	44,0	45,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	50,0	40,8	46,4	45,7
	90 м ³ /га, поверхностно	51,0	40,5	42,5	44,7
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	47,3	40,5	45,7	44,5
	120 м ³ /га, поверхностно	48,3	41,9	45,1	45,1
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	54,3	42,6	47,0	48,0
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	52,0	42,8	48,0	47,6
	60 м ³ /га, поверхностно	50,6	42,9	45,9	46,5
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	52,0	41,9	48,8	47,5
	90 м ³ /га, поверхностно	49,6	41,7	48,3	46,5
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	49,3	41,8	46,2	45,8
	120 м ³ /га, поверхностно	49,3	42,0	46,7	46,0
НСР ₀₅ А В		1,4 1,6	1,9 1,1	2,8 1,9	2,0 1,5

В среднем за три года исследований при выращивании озимой пшеницы без удобрений масса 1000 зерен составила 45,9 г. На удобренных вариантах она имела тенденцию к снижению. Проведение весенней подкормки жидким органическим удобрением положительно влияло на массу 1000 зерен озимой пшеницы. В зерне озимой пшеницы, выращенной без основного внесения жидкого органического удобрения и при проведении весенней подкормки масса 1000 зерен возросла до 48,0 г. При внесении жидкого органического удобрения до посева и применении подкормки масса 1000 зерен озимой пшеницы снижалась (табл. 10).

Содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы зависело от погодных условий и внесения жидкого органического удобрения (табл. 11, прил. 5-7). Максимальное содержание сырого протеина имело зерно озимой пшеницы, выращенное в 2019 году. В зависимости от удобренности содержание сырого протеина в зерне составляло от 11,8 % до 16,8 %. В зерне озимой пшеницы выращенной в 2020 и 2022 годах сырого протеина было меньше. В 2020 году, в зависимости от удобренности, оно изменялось от 9,7 % на контрольном варианте до 12,8 % при внесении свиной жижи в дозе 60 м³/га. Зерно, выращенное в 2022 году имело наименьшее содержание сырого протеина. В зерне с варианта без удобрений содержание сырого белка составило 6,7 %. В варианте с внесением жижи в дозе 120 м³/га содержание сырого белка повысилось до 12,8%.

Содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы в среднем за три года исследований в зависимости от доз и способов внесения свиной жижи изменялось следующим образом. Минимальная концентрация сырого белка 9,6 % была в зерне с контрольного варианта. В зерне озимой пшеницы с варианта с внутрипочвенным внесением жидкого навоза 60 м³/га содержание сырого белка было 11,1 %, а при поверхностном разливе 10,8 %. В зерне озимой пшеницы выращенной в варианте с внутрипочвенным внесением свиной жижи в дозе на 90 м³/га сырого белка содержалось 12,1 %, а с поверхностным внесением – 12,0 %. На фоне внутрипочвенного внесения, 120 м³/га жидкого органического удобрения было получено зерно озимой пшеницы с содержанием сырого протеина 12,1 %, а на фоне поверхностного внесения - 11,8 %.

Весенняя подкормка озимой пшеницы жидким органическим удобрением в дозе 20 м³/га обеспечила повышение содержания сырого протеина в зерне с 9,6 % до 11,6 %. Проведение подкормки в вариантах с основным внесением 60 м³/га жидкого навоза повысило содержание сырого протеина в зерне на 1,4-1,6 %, с дозами 90 м³/га на 0,4-1,0 % и с дозами 120 м³/га на 1,4-1,8 %.

Таблица 11 –Содержание сырого протеина, %

Подкормка (А)	Дозы и способы внесения жидкого навоза (В)	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	12,5	9,7	6,7	9,6
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	13,8	12,7	6,9	11,1
	60 м ³ /га, поверхностно	13,4	12,4	6,6	10,8
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	13,9	11,9	10,4	12,1
	90 м ³ /га, поверхностно	14,1	11,7	10,2	12,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	14,7	10,9	10,8	12,1
	120 м ³ /га, поверхностно	14,4	10,5	10,6	11,8
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	11,8	10,6	12,5	11,6
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	14,0	12,0	11,6	12,5
	60 м ³ /га, поверхностно	13,8	12,8	10,5	12,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	16,5	10,5	12,3	13,1
	90 м ³ /га, поверхностно	16,0	9,5	11,6	12,4
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	16,8	12,0	12,8	13,9
	120 м ³ /га, поверхностно	16,5	11,4	11,7	13,2
НСР ₀₅ А		0,4	0,5	0,6	0,5
	В	0,3	0,3	0,4	0,3

3.3. Вынос и баланс питательных элементов

Исследования химического состава выявили изменения в содержании элементов питания в зерне и соломе озимой пшеницы при внесении жидкого органического удобрения. Наибольшее содержание азота (2,07- 2,96%) имело зерно озимой пшеницы, выращенное в 2019 году, а наименьшее (1,17 – 2,25 %) в 2022 году (табл. 12).

Таблица 12 – Содержание азота в зерне озимой пшеницы, %

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого органического удобрения	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	2,20	1,71	1,17	1,70
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	2,43	2,23	1,20	1,95
	60 м ³ /га, поверхностно	2,36	2,18	1,15	1,90
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	2,44	2,09	1,83	2,13
	90 м ³ /га, поверхностно	2,47	2,06	1,80	2,11
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	2,58	1,91	1,89	2,13
	120 м ³ /га, поверхностно	2,53	1,84	1,86	2,08
Подкормка жидким органическим удобрением, 20 м ³ /га	Без удобрений	2,07	1,86	2,19	2,04
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	2,46	2,11	2,04	2,21
	60 м ³ /га, поверхностно	2,42	2,26	1,84	2,17
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	2,90	1,84	2,16	2,30
	90 м ³ /га, поверхностно	2,80	1,67	2,04	2,17
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	2,96	2,11	2,25	2,44
	120 м ³ /га, поверхностно	2,89	2,00	2,05	2,32

В среднем за три года минимальное содержание азота 1,70 % имело зерно, выращенное на не удобренном фоне. В вариантах с внесением жидкого навоза содержание азота в зерне озимой пшеницы было выше. При поверхностном внесении 60 м³/га жидкого органического удобрения содержание азота в зерне составило 1,90 %, а при внутрипочвенном – 1,95 %. В зерне озимой пшеницы, выращенной с внутрипочвенным внесением 90 м³/га и 120 м³/га жидкого навоза азота содержалось 2,13 %. В вариантах с поверхностным внесением свиной жижи в тех же дозах азота в зерне содержалось 2,11 % и 2,08 %. Подкормка жидким органическим удобрением повысила содержание азота в зерне озимой пшеницы с 1,7 % до 2,04 %. На фоне с подкормкой внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения обеспечило более высокое содержания азота в зерне по сравнению с поверхностным разливом (табл. 12).

При внутрипочвенном внесении 60 м³/га, 90 м³/га и 120 м³/га жидкого органического удобрения содержание азота в зерне соответственно составило 2,21 %, 2,30 % и 2,44 %. В зерне с вариантов с разливом жижи в тех же дозах содержание азота соответственно составило 2,17 %, 2,17 % и 2,32 % (табл. 12).

Концентрация фосфора в зерне озимой пшеницы в 2019 году изменялось по вариантам от 0,92 % до 1,03 %. В 2020 году его содержание было ниже и составляло от 0,61 % до 0,72 %, а в 2022 году от 0,87 % до 1,01 % (табл. 13).

В среднем за три года содержание фосфора в зерне озимой пшеницы варьировало от 0,82 % до 0,90 %. В зерне озимой пшеницы, выращенной без удобрений, содержание фосфора в зерне составило 0,83 %. Внесение жидкого органического удобрения в дозах 60 м³/га и 90 м³/га не изменяло содержание фосфора в зерне озимой пшеницы. Оно оставалось на уровне контроля. Внесение жидкого органического удобрения в дозе 120 м³/га повысило содержание фосфора в зерне до 0,88 % и 0,90 %.

Проведение весенней подкормки озимой пшеницы жидким органическим удобрением положительно сказалось на содержании фосфора в зерне. Содержание фосфора в зерне озимой пшеницы повысилось с 0,83 % до 0,89 % (табл. 13).

Таблица 13 – Содержание фосфора в зерне озимой пшеницы, %

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого органического удобрения	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	0,97	0,63	0,90	0,83
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,92	0,61	0,94	0,82
	60 м ³ /га, поверхностно	0,98	0,68	0,87	0,84
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	0,92	0,62	0,99	0,84
	90 м ³ /га, поверхностно	0,93	0,63	0,92	0,83
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	1,03	0,66	1,00	0,90
	120 м ³ /га, поверхностно	1,01	0,65	0,99	0,88
Подкормка жидким органическим удобрением, 20 м ³ /га	Без удобрений	0,99	0,72	0,95	0,89
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,97	0,61	1,01	0,86
	60 м ³ /га, поверхностно	0,92	0,65	0,94	0,84
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	1,02	0,64	0,96	0,87
	90 м ³ /га, поверхностно	0,97	0,66	0,91	0,85
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	1,01	0,57	0,91	0,83
	120 м ³ /га, поверхностно	1,01	0,71	0,96	0,89

На содержание калия в зерне озимой пшеницы внесение жидкого органического удобрения существенного влияния не оказало. Можно лишь говорить о тенденции к некоторому повышению (табл. 14).

Таблица 14 – Содержание калия в зерне озимой пшеницы, %

Подкормка	Дозы и способы внесения жидкого органического удобрения	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	0,37	0,49	0,62	0,49
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,41	0,51	0,64	0,52
	60 м ³ /га, поверхностно	0,45	0,49	0,64	0,53
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	0,47	0,49	0,58	0,51
	90 м ³ /га, поверхностно	0,48	0,48	0,61	0,52
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	0,46	0,47	0,63	0,52
	120 м ³ /га, поверхностно	0,46	0,48	0,60	0,51
Подкормка жидким органическим удобрением, 20 м ³ /га	Без удобрений	0,50	0,47	0,59	0,52
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,45	0,45	0,57	0,49
	60 м ³ /га, поверхностно	0,49	0,47	0,56	0,51
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	0,50	0,49	0,56	0,52
	90 м ³ /га, поверхностно	0,47	0,45	0,54	0,49
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	0,48	0,42	0,56	0,49
	120 м ³ /га, поверхностно	0,52	0,52	0,56	0,53

В 2019 году в вариантах с применением жидкого навоза содержание азота в соломе озимой пшеницы было выше по сравнению с контролем. Повышение содержания азота в соломе озимой пшеницы происходило при возрастании доз

свиной жижи, при ее внутрипочвенном внесении и проведении весенней подкормки (табл. 15).

Таблица 15 – Содержание азота в соломе озимой пшеницы, %

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого органического удобрения	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	0,10	0,53	0,59	0,41
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,20	0,60	0,50	0,43
	60 м ³ /га, поверхностно	0,16	0,58	0,51	0,42
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	0,24	0,72	0,50	0,49
	90 м ³ /га, поверхностно	0,29	0,72	0,59	0,53
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	0,20	0,56	0,53	0,43
	120 м ³ /га, поверхностно	0,26	0,48	0,63	0,46
Подкормка жидким органическим удобрением, 20 м ³ /га	Без удобрений	0,14	0,50	0,57	0,40
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,37	0,50	0,70	0,52
	60 м ³ /га, поверхностно	0,34	0,63	0,51	0,49
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	0,40	0,60	0,60	0,53
	90 м ³ /га, поверхностно	0,39	0,50	0,57	0,49
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	0,48	0,48	0,58	0,51
	120 м ³ /га, поверхностно	0,44	0,47	0,65	0,52

В 2020 году на содержание азота в соломе влияло только внесение жидкого органического удобрения до посева. Внесение жидкого органического удобрения в весеннюю подкормку не повлияло на содержание азота в соломе озимой пшеницы.

В 2022 году существенного повышения содержания азота в соломе озимой пшеницы на удобренных вариантах не выявлено.

В среднем за три года внесение жидкого органического удобрения до посева повышало содержание азота в соломе озимой пшеницы. С возрастанием доз жидкого органического удобрения до $90 \text{ м}^3/\text{га}$ содержание азота в соломе озимой пшеницы повышалось. Дальнейшее повышение дозы внесения до $120 \text{ м}^3/\text{га}$ не приводило к дальнейшему повышению содержания азота в соломе озимой пшеницы. Проведение весенней подкормки жидким органическим удобрением не изменяло содержания азота в соломе озимой пшеницы.

Влияние доз и способов внесения жидкого органического удобрения на содержание фосфора в соломе озимой пшеницы было следующим.

В 2019 году жидкое органическое удобрение, внесенное до посева, не изменяло содержание фосфора в соломе озимой пшеницы. Положительное влияние на содержание фосфора в соломе оказала весенняя подкормка озимой пшеницы жидким органическим удобрением. Содержание фосфора в соломе повысилось с 0,17 % до 0,25 %. Как в 2020 году, так и в 2022 году применение жидкого навоза не влияло на содержание фосфора в соломе.

В среднем за три года исследований на фоне без подкормки внесение жидкого навоза до посева не оказывало существенного влияния на содержание фосфора в соломе озимой пшеницы. Содержание фосфора в соломе озимой пшеницы по вариантам составляло 0,17-0,20 %. Данное явление можно объяснить высоким содержанием доступного фосфора в почве. Проведение весенней подкормки жидким свиным навозом в дозе $20 \text{ м}^3/\text{га}$ положительно повлияло на содержание фосфора в соломе озимой пшеницы. Содержание фосфора в соломе возросло с 0,20 % до 0,23 %. На фоне с подкормкой в соломе с удобренных вариантов кон-

центрация фосфора в соломе была на 0,1-0,4 % выше по сравнению с аналогичными вариантами без подкормки (табл. 16).

Таблица 16 – Содержание фосфора в соломе озимой пшеницы, %

Подкормка	Доза и способ внесения навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	0,17	0,23	0,20	0,20
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,14	0,25	0,18	0,19
	60 м ³ /га, поверхностно	0,16	0,21	0,14	0,17
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	0,11	0,25	0,21	0,19
	90 м ³ /га, поверхностно	0,15	0,22	0,17	0,18
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	0,13	0,23	0,21	0,19
	120 м ³ /га, поверхностно	0,13	0,26	0,20	0,20
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	0,25	0,25	0,20	0,23
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	0,23	0,25	0,20	0,23
	60 м ³ /га, поверхностно	0,16	0,24	0,18	0,19
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	0,24	0,27	0,19	0,23
	90 м ³ /га, поверхностно	0,20	0,22	0,18	0,20
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	0,22	0,24	0,21	0,22
	120 м ³ /га, поверхностно	0,21	0,22	0,20	0,21

Внесение свиной жижи под озимую пшеницу повышало содержание калия в соломе. В 2019 году с возрастанием доз жидкого навоза с 60 м³/га до 120 м³/га содержание калия в соломе озимой пшеницы повышалось с 0,86 % до 1,03-1,21 %. Проведение весенней подкормки жидким навозом повышало содержание калия в соломе озимой пшеницы. В соломе с вариантов с подкормкой содержалось калия на 0,05-0,51 % больше по сравнению с аналогичными вариантами без подкормки.

Таблица 17 – Содержание калия в соломе озимой пшеницы, %

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	0,86	1,22	0,81	0,96
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	1,00	1,66	1,07	1,24
	60 м ³ /га, поверхностно	0,83	1,44	1,00	1,09
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	1,14	1,53	1,14	1,27
	90 м ³ /га, поверхностно	1,03	2,07	0,87	1,32
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	0,88	1,6	0,99	1,16
	120 м ³ /га, поверхностно	1,21	1,3	1,37	1,29
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	0,91	1,14	1,22	1,09
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	1,34	1,68	1,63	1,55
	60 м ³ /га, поверхностно	1,38	1,74	1,06	1,39
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	1,39	1,64	1,35	1,46
	90 м ³ /га, поверхностно	1,49	1,54	1,55	1,53
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	1,44	1,34	1,11	1,30
	120 м ³ /га, поверхностно	1,37	1,4	1,17	1,31

С возрастанием дозы жидкого свиного навоза в 2020 году до 90 м³/га содержание калия в соломе повышалось с 1,22 % до 2,07 %. Дальнейшее повышение дозы внесения до 120 м³/га не приводило к дальнейшему повышению содержания калия в соломе озимой пшеницы. Внесение жидкого органического удобрения в весеннюю подкормку не повлияло на содержание калия в соломе озимой пшеницы. В 2022 году внесение жидкого органического удобрения до посева и в подкормку повышало содержание калия в соломе озимой пшеницы. В среднем за три

года исследований внесение жидкого органического удобрения до посева повышало содержание калия в соломе озимой пшеницы. С возрастанием доз жидкого органического удобрения до $90 \text{ м}^3/\text{га}$ содержание калия в соломе озимой пшеницы повышалось с 0,96 % до 1,27-1,32 %. Дальнейшее повышение дозы внесения до $120 \text{ м}^3/\text{га}$ не приводило к дальнейшему повышению содержания калия в соломе озимой пшеницы. Проведение весенней подкормки жидким органическим удобрением обеспечивало повышение содержание калия в соломе озимой пшеницы с 0,96 % до 1,09 % (табл. 17).

Вынос питательных элементов определяется их содержанием и величиной урожая. Вследствие более высокой урожайности наибольший вынос азота зерном озимой пшеницы был в 2019 году. В 2020 и 2022 годах вынос азота зерном был значительно ниже. В среднем за три года исследований на не удобренном варианте вынос азота зерном озимой пшеницы составил 46,4 кг/га. С возрастанием доз свиной жижи вынос элементов питания увеличивался (табл. 18). В варианте с поверхностным внесением $60 \text{ м}^3/\text{га}$ свиного жидкого навоза вынос азота зерном составил 61,4 кг/га, а с внутрипочвенным – 68,8 кг/га. В варианте с внутрипочвенным внесением $90 \text{ м}^3/\text{га}$ жидкого навоза вынос азота зерном повысился по сравнению с контролем на 41,3 кг/га, а с поверхностным разливом на 35,5 кг/га. В варианте с поверхностным внесением жидкого навоза в дозе $120 \text{ м}^3/\text{га}$ вынос азота зерном озимой пшеницы повысился по сравнению с контролем на 33,2 кг/га, а в варианте с внутрипочвенным внесением на 42,1 кг/га.

Проведение подкормки жидким органическим удобрением повысило вынос азота зерном озимой пшеницы на 14,2 кг/га. На данном фоне в вариантах с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозах $60 \text{ м}^3/\text{га}$, $90 \text{ м}^3/\text{га}$ и $120 \text{ м}^3/\text{га}$ вынос азота зерном возрос относительно контрольного варианта соответственно на 45,9 кг/га, 60,5 кг/га и 68,6 кг/га. В вариантах с поверхностным внесением жидкого свиного навоза в тех же дозах вынос азота зерном относительно контроля возрос соответственно на 37,3 кг/га, 49,7 кг/га и 59,37 кг/га. Следовательно при поверхностном разливе жидкого свиного навоза по сравнению с внутрипочвенным азота поглощалось меньше (табл. 18).

Таблица 18 –Вынос азота зерном, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	70,2	38,8	30,3	46,4
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	99,6	65,3	41,5	68,8
	60 м ³ /га, поверхностно	87,8	59,5	37,0	61,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	117,8	75,5	69,7	87,7
	90 м ³ /га, поверхностно	113,1	70,5	62,3	81,9
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	117,7	72,6	75,2	88,5
	120 м ³ /га, поверхностно	106,0	61,1	71,8	79,6
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	70,2	48,0	63,7	60,6
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	123,2	69,6	84,1	92,3
	60 м ³ /га, поверхностно	111,6	67,6	72,1	83,7
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	152,3	73,8	94,6	106,9
	90 м ³ /га, поверхностно	142,2	60,5	85,7	96,1
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	154,2	89,7	99,9	115,0
	120 м ³ /га, поверхностно	143,9	72,6	100,7	105,7

В 2019 году вынос фосфора зерном озимой пшеницы по вариантам изменялся от 30,9 кг/га до 53,6 кг/га. В 2020 и 2022 годах вынос фосфора зерном был значительно меньше и по вариантам соответственно изменялся от 14,3 кг/га до 25,8 кг/га и от 19,9 кг/га до 47,1 кг/га (табл. 19). В среднем за три года вынос фосфора зерном озимой пшеницы, выращенной без удобрений составил 21,7 кг/га. Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения в дозах

60 м³/га, 90 м³/га и 120 м³/га повысило вынос фосфора зерном соответственно до 29,4 кг/га, 34,8 кг/га и 37,3 кг/га.

Таблица 19 – Вынос фосфора зерном, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	30,9	14,3	19,9	21,7
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	37,7	17,9	32,5	29,4
	60 м ³ /га, поверхностно	36,5	18,6	28,0	27,7
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	44,4	22,4	37,7	34,8
	90 м ³ /га, поверхностно	42,6	21,5	31,8	32,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	47,0	25,1	39,8	37,3
	120 м ³ /га, поверхностно	42,3	21,6	38,2	34,0
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	34,7	18,6	27,6	27,0
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	48,5	20,1	41,6	37,8
	60 м ³ /га, поверхностно	42,4	19,4	36,8	32,9
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	53,6	25,7	42,0	40,4
	90 м ³ /га, поверхностно	49,3	23,9	38,2	37,1
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	52,6	24,2	40,4	39,1
	120 м ³ /га, поверхностно	50,3	25,8	47,1	41,1

Проведение весенней подкормки озимой пшеницы жидким органическим удобрением повысило вынос фосфора зерном до 27,0 кг/га. На фоне подкормки вынос фосфора зерном возрастал. В вариантах с дозами внутрипочвенного внесения жижи 60 м³/га, 90 м³/га и 120 м³/га вынос фосфора зерном соответственно составил 37,8 кг/га, 40,4 кг/га и 39,1 кг/га. При поверхностном внесении жидкого

навоза в тех же дозах вынос фосфора зерном соответственно составил 32,9 кг/га, 37,1 кг/га и 41,1 кг/га (табл. 19).

Калия поглощалось зерном озимой пшеницы значительно меньше по сравнению с азотом и фосфором. В 2019 году вынос калия изменялся по вариантам от 11,8 кг/га до 25,9 кг/га, в 2020 году от 11,1 кг/га до 19,6 кг/га, а в 2022 году от 13,7 кг/га до 27,5 кг/га (табл. 20).

Таблица 20 – Вынос калия зерном, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	11,8	11,1	13,7	12,2
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	16,8	14,9	22,1	18,0
	60 м ³ /га, поверхностно	16,7	13,4	20,6	16,9
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	22,7	17,7	22,1	20,8
	90 м ³ /га, поверхностно	22,0	16,4	21,1	19,8
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	21,0	17,9	25,1	21,3
	120 м ³ /га, поверхностно	19,3	15,9	23,2	19,5
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	17,6	12,1	17,2	15,6
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	22,5	14,9	23,5	20,3
	60 м ³ /га, поверхностно	22,6	14,1	22,0	19,5
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	26,3	19,6	24,5	23,5
	90 м ³ /га, поверхностно	23,9	16,3	22,7	21,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	25,0	17,9	24,9	22,6
	120 м ³ /га, поверхностно	25,9	18,9	27,5	24,1

В среднем за три года вынос калия зерном озимой пшеницы выращенной без удобрений, составил 12,2 кг/га. В вариантах с внесением жидкого навоза он

был выше. С увеличением дозы внесения жидкого свиного навоза вынос калия возрастал. В вариантах с внутрипочвенным внесением жидкого навоза вынос калия был выше по сравнению с поверхностным.

На фоне подкормки жидким навозом с ростом урожайности возрастал и вынос калия зерном озимой пшеницы. Увеличение выноса калия составило 3,4 кг/га. Максимальный вынос калия зерном 24,1 кг/га был на варианте с внесением жидкого органического удобрения в дозе 120 м³/га (табл. 20).

В соломе озимой пшеницы накапливалось азота значительно меньше, по сравнению с зерном. Наибольшее количество азота было в соломе в 2022 и 2020 годах, а наименьшее – в 2019 году (табл. 21). На контрольном варианте вынос азота соломой озимой пшеницы составил 18,8 кг/га. В варианте с внутрипочвенным внесением свиной жижи в дозе 60 м³/га вынос азота соломой возрос на 9,9 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы на 6,7 кг/га. В варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 90 м³/га вынос азота соломой по сравнению с контролем возрос на 19,0 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы на 20,0 кг/га. Внесение жидкого навоза в дозе 120 м³/га привело к некоторому снижению выноса азота. В варианте с внутрипочвенным внесением данной дозы вынос азота соломой по сравнению с контролем возрос на 15,5 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы на 15,3 кг/га. Проведение весенней подкормки озимой пшеницы жидким навозом улучшало условия азотного питания растений и способствовало накоплению азота в соломе. Вынос азота соломой озимой пшеницы возрос до 22,9 кг/га. При этом значительно повысился вынос азота соломой на вариантах с дозами основного внесения. В варианте внутрипочвенным внесением жижи в дозе 60 м³/га вынос азота соломой возрос по сравнению с аналогичным вариантом без подкормки на 8,7 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы на 10,8 кг/га. На фоне с подкормкой в варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 90 м³/га вынос азота соломой возрос на 9,8 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы на 4,3 кг/га. В варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 120

м³/га вынос азота соломой возрос на 13,1 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы на 9,8 кг/га. (табл. 21).

Таблица 21 –Вынос азота соломой, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	6,4	24,1	26,1	18,8
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	16,4	35,2	34,6	28,7
	60 м ³ /га, поверхностно	11,9	31,7	32,8	25,5
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	23,2	52,0	38,1	37,8
	90 м ³ /га, поверхностно	26,6	49,2	40,8	38,8
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	18,2	42,6	42,2	34,3
	120 м ³ /га, поверхностно	21,8	31,9	48,6	34,1
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	9,8	25,8	33,2	22,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	37,0	33,0	42,1	37,4
	60 м ³ /га, поверхностно	31,3	37,7	40,0	36,3
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	42,0	48,1	52,6	47,6
	90 м ³ /га, поверхностно	45,2	36,2	47,9	43,1
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	50,0	40,8	51,5	47,4
	120 м ³ /га, поверхностно	43,8	34,1	53,8	43,9

Вынос фосфора соломой озимой пшеницы в 2019 году изменялся по вариантам от 10,6 кг/га до 25,2 кг/га, в 2020 году от 10,4 кг/га до 21,7 кг/га, а в 2022 году от 8,8 кг/га до 19,3 кг/га. В среднем за три года на фоне без подкормки вынос фосфора соломой озимой пшеницы по вариантам варьировал от 10,0 кг/га на контроле до 15,4 кг/га в варианте с внутрипочвенным внесением жидкого органического

удобрения в дозе 120 м³/га. На фоне подкормки вынос фосфора соломой озимой пшеницы по вариантам изменялся от 14,0 кг/га в варианте без удобрений до 21,2 кг/га в варианте с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения в дозе 90 м³/га (табл. 22).

Таблица 22 – Вынос фосфора соломой, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	10,8	10,4	8,8	10,0
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	11,5	14,6	12,5	12,9
	60 м ³ /га, поверхностно	11,9	11,5	9,0	10,8
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	10,6	18,1	16,0	14,9
	90 м ³ /га, поверхностно	13,7	15,0	11,8	13,5
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	11,9	17,5	16,7	15,4
	120 м ³ /га, поверхностно	10,9	17,3	15,4	14,5
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	17,6	12,9	11,6	14,0
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	23,0	16,5	19,3	19,6
	60 м ³ /га, поверхностно	14,8	14,4	14,1	14,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	25,2	21,7	16,6	21,2
	90 м ³ /га, поверхностно	20,3	15,9	15,1	17,1
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	22,9	20,4	18,6	20,7
	120 м ³ /га, поверхностно	20,9	16,0	19,6	18,8

Калий накапливался в соломе в больших количествах по сравнению с азотом и фосфором. В среднем за три года на контрольном варианте вынос калия соломой составил 48,7 кг/га (табл. 23).

Таблица 23 – Вынос калия соломой, кг/га

Под-кормка	Дозы и способы внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	54,9	55,4	35,8	48,7
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	82,0	97,3	74,0	84,4
	60 м ³ /га, поверхностно	61,8	78,6	64,4	68,3
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	80,2	110,5	86,9	92,5
	90 м ³ /га, поверхностно	94,4	101,6	60,2	85,4
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	100,2	104,5	98,5	101,1
	120 м ³ /га, поверхностно	101,4	86,3	105,8	97,8
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	63,9	58,8	71,0	64,6
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	134,0	110,9	51,9	98,9
	60 м ³ /га, поверхностно	127,2	104,1	83,1	104,8
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	146,0	131,5	118,3	131,9
	90 м ³ /га, поверхностно	151,4	111,5	130,2	131,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	150,1	113,9	98,6	120,8
	120 м ³ /га, поверхностно	136,5	101,6	114,9	117,7

На вариантах с внесением жидкого органического удобрения он был выше. Подкормка пшеницы жидким навозом увеличила вынос калия соломой на 15,9 кг/га. В вариантах с внесением жижи в дозе 60 м³/га вынос калия соломой в зависимости от условий питания составлял от 68,3 кг/га до 104,8 кг/га, в дозе 90 м³/га от 120,8 кг/га до 155,8 кг/га и в дозе 120 м³/га от 126,9 кг/га до 160,8 кг/га (табл. 23).

Данные по общему выносу азота зерном и соломой озимой пшеницы представлены в таблице 24.

Таблица 24 –Вынос азота зерном и соломой, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	76,6	63,9	56,3	65,3
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	116,0	100,5	76,1	97,6
	60 м ³ /га, поверхностно	99,7	91,2	69,9	86,9
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	141,0	127,4	107,8	125,4
	90 м ³ /га, поверхностно	139,7	119,7	103,1	120,8
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	167,7	113,4	126,7	135,9
	120 м ³ /га, поверхностно	149,8	95,2	135,6	126,9
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	80,0	73,8	96,5	87,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	160,2	102,6	126,2	129,7
	60 м ³ /га, поверхностно	142,9	105,2	112,1	120,1
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	194,3	121,9	147,2	155,8
	90 м ³ /га, поверхностно	187,5	96,7	133,6	137,9
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	204,2	130,5	151,4	160,8
	120 м ³ /га, поверхностно	187,8	106,7	154,5	149,7

Общий вынос азота зерном и соломой озимой пшеницы в среднем за три года на контрольном варианте составил 65,3 кг/га. В варианте с внутрипочвенным внесением свиной жижи в дозе 60 м³/га вынос азота возрос до 97,6 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы до 86,9 кг/га. В варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 90 м³/га вынос азота зерном соломой возрос до 125,4 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы до 120,8 кг/га. В варианте с внесением жидкого навоза в дозе

120 м³/га внутрипочвенно вынос азота зерном и соломой составил 135,9 кг/га, а в варианте с поверхностным внесением этой дозы 126,9 кг/га.

Проведение весенней подкормки озимой пшеницы жидким навозом улучшало условия азотного питания растений и способствовало повышенному выносу азота урожаем. Максимальный общий вынос азота урожаем 160,8 кг/га был в варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 120 м³/га на фоне с подкормкой (табл. 24).

Общий вынос фосфора зерном и соломой озимой пшеницы был значительно ниже азота. В 2019 году по вариантам опыта он изменялся от 41,7 кг/га до 78,8 кг/га, в 2020 году от 27,7 кг/га до 47,3 кг/га и в 2022 году от 28,7 кг/га до 66,8 кг/га (табл. 25). В среднем за три года на не удобренном варианте вынос фосфора составил 32,7 кг/га. Вынос фосфора зерном и соломой в варианте с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения в дозе 60 м³/га составил 42,2 кг/га, а с поверхностным разливом 38,5 кг/га. В вариантах с внесением жидкого свиного навоза в дозе 90 м³/га общий вынос фосфора составил соответственно 49,7 кг/га и 49,5 кг/га. С увеличением дозы внесения жидкого свиного навоза до 120 м³/га вынос фосфора возрос до 52,6 кг/га и 48,6 кг/га.

В вариантах на фоне с подкормкой жидким навозом общий вынос фосфора был выше. На варианте только с одной подкормкой вынос фосфора возрос до 41,0 кг/га. В варианте с внесением жижи по поверхности почвы в дозе 60 м³/га общий вынос фосфора повысился до 47,5 кг/га, а в варианте с внутрипочвенным внесением до 56,4 кг/га. На фоне с подкормкой жидким навозом в варианте с поверхностным внесением жидкого органического удобрения в дозе 90 м³/га общий вынос фосфора увеличился до 54,2 кг/га, а в варианте с внутрипочвенным внесением жижи до 61,6 кг/га. Как показали расчеты максимальный вынос фосфора зерном и соломой озимой пшеницы был в варианте с внесением жидкого свиного навоза в дозе 120 м³/га. В варианте с поверхностным разливом данной дозы он составил 59,9 кг/га, а в варианте с внутрипочвенным внесением 59,7 кг/га. Следует отметить, что в вариантах с внутрипочвенным внесением

жидкого свиного навоза озимой пшеницей потреблялось фосфора больше по сравнению с вариантами с поверхностным внесением (табл. 25).

Таблица 25 – Вынос фосфора зерном и соломой, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	41,7	27,7	28,7	32,7
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	49,2	32,9	44,9	42,2
	60 м ³ /га, поверхностно	48,4	30,0	37,0	38,5
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	55,1	40,4	53,7	49,7
	90 м ³ /га, поверхностно	56,3	36,6	43,6	49,5
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	58,8	42,6	56,5	52,6
	120 м ³ /га, поверхностно	53,2	38,8	53,7	48,6
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	52,3	31,5	39,3	41,0
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	71,5	36,4	60,9	56,4
	60 м ³ /га, поверхностно	57,2	33,8	50,9	47,3
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	78,8	47,3	58,7	61,6
	90 м ³ /га, поверхностно	69,6	39,7	53,3	54,2
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	75,5	44,6	59,0	59,7
	120 м ³ /га, поверхностно	71,2	41,7	66,8	59,9

Общий вынос калия зерном и соломой озимой пшеницы в 2019 году по вариантам опыта изменялся от 66,7 кг/га до 175,3 кг/га, в 2020 году от 66,5 кг/га до 158,0 кг/га, а в 2022 году от 49,5 кг/га до 152,9 кг/га (табл. 26).

Таблица 26 – Вынос калия зерном и соломой, кг/га

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	66,7	66,5	49,5	60,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	98,8	112,2	96,2	102,4
	60 м ³ /га, поверхностно	78,5	92,0	85,0	85,2
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	102,9	128,2	109,0	113,3
	90 м ³ /га, поверхностно	116,3	118,0	81,3	105,2
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	121,2	122,4	123,6	115,7
	120 м ³ /га, поверхностно	120,7	102,3	118,9	113,8
Подкормка жидким навозом 20 м ³ /га	Без удобрений	81,5	70,9	88,2	80,2
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	156,5	125,7	75,4	119,2
	60 м ³ /га, поверхностно	149,8	118,1	105,1	124,3
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	172,2	151,2	142,8	155,4
	90 м ³ /га, поверхностно	175,3	127,8	152,9	152,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	175,1	131,8	123,4	143,4
	120 м ³ /га, поверхностно	162,3	120,5	142,4	141,7

В среднем за три года на не удобренном варианте вынос калия составил 60,9 кг/га. С увеличением доз внесения жидкого органического удобрения общий вынос калия возрастал. Максимальный общий вынос калия зерном и соломой озимой пшеницы 155,4 кг/га был получен при выращивании озимой пшеницы на фоне с подкормкой и с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения в дозе 90 м³/га. Следует отметить, что внутрипочвенное внесение жидкого навоза обеспечивало большее потребление элементов питания озимой пшеницей по сравнению с поверхностным разливом (табл. 26).

Важной характеристикой потребления элементов питания является - показатель выноса азота, фосфора и калия на формирование единицы основной продукции. Расчеты выноса азота, фосфора и калия на формирование 1т зерна озимой пшеницы с учетом соломы в среднем за три года представлены в таблице 27.

Таблица 27 –Вынос азота, фосфора и калия на формирование 1т зерна озимой пшеницы, кг/т (в среднем за три года).

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	Азот	Фосфор	Калий
Без подкормки	Без удобрений	25,5	12,1	23,8
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	27,9	12,1	29,3
	60 м ³ /га, поверхностно	27,0	12,0	26,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	30,7	12,2	27,8
	90 м ³ /га, поверхностно	31,6	12,4	31,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	33,1	12,8	24,6
	120 м ³ /га, поверхностно	33,5	12,8	30,9
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	28,3	13,2	25,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	31,3	13,6	28,8
	60 м ³ /га, поверхностно	31,3	12,3	32,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	34,3	13,6	34,2
	90 м ³ /га, поверхностно	32,1	12,6	35,3
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	34,7	12,9	31,0
	120 м ³ /га, поверхностно	33,3	13,3	31,5

В зависимости от удобрённости показатели выноса азота изменялись от 25,5 кг/т до 34,7 кг/т, фосфора от 12,1 кг/т до 13,6 кг/т и калия от 23,8 кг/т до 35,3 кг/т. Ми-

нимальные показатели выноса азота, фосфора и калия на формирование 1т зерна озимой пшеницы были получены на контрольном варианте (табл. 27).

Потребление озимой пшеницей элементов питания из жидкого свиного навоза имело свои особенности. В таблице 28 представлены коэффициенты использования озимой пшеницей азота из жидкого навоза.

Таблица 28 – Коэффициенты использования азота из жидкого свиного навоза, %

Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
60 м ³ /га, внутрипочвенно	32,8	30,5	16,5	26,6
60 м ³ /га, поверхностно	19,2	22,8	11,3	17,8
90 м ³ /га, внутрипочвенно	35,8	35,3	28,6	33,2
90 м ³ /га, поверхностно	35,1	31,0	26,0	30,7
120 м ³ /га, внутрипочвенно	38,0	20,6	29,3	29,3
120 м ³ /га, поверхностно	30,5	13,0	33,0	25,5

Внесение жидкого органического удобрения внутрипочвенно обеспечивало лучшее использование азота в сравнении с поверхностным разливом. С внутрипочвенным внесением дозы жидкого навоза 60 м³/га использование азота по годам составляло от 16,5 % в 2022 году до 32,8 % в 2019 году. При поверхностном разливе данной дозы использование азота из бесподстилочного свиного навоза составило от 11,3 % в 2022 году до 22,8 % в 2020 году. В среднем за три года исследований коэффициент использования озимой пшеницей азота из жидкого навоза, внесенного внутрипочвенно в дозе 60 м³/га составил 26,6 %, а поверхностно – 17,8 %. С увеличением дозы жидкого органического удобрения до 90 м³/га коэф-

коэффициенты использования озимой пшеницей азота возросли. Внутрипочвенное внесением данной дозы обеспечило использование азота по годам от 28,6 % в 2022 году до 35,8 % в 2020 году. При поверхностном внесении коэффициенты использования азота были ниже и изменялись от 26,0 % в 2022 году до 35,1 % в 2019 году. В среднем за три года исследований коэффициент использования озимой пшеницей азота из жидкого навоза, внесенного внутрипочвенно в дозе 90 м³/га составил 33,2 %, а поверхностно – 30,7 %. В вариантах с дозой жижи 120 м³/га внесенной внутрипочвенно коэффициенты использования озимой пшеницей азота изменялись от 20,6 % в 2020 году до 38,0 % в 2019 году. Коэффициенты использования озимой пшеницей азота на вариантах с внесением жидкого навоза поверхностно в дозе 120 м³/га были ниже и изменялись от 13 % в 2020 году до 33,0 % в 2022 году.

В среднем за три года исследований коэффициент использования озимой пшеницей азота из жидкого навоза, внесенного внутрипочвенно в дозе 120 м³/га составил 29,3 %, а поверхностно – 25,5 %.

Коэффициенты использования озимой пшеницей фосфора из жидкого навоза были меньше и значительно варьировали по годам исследований (табл. 29). В варианте с дозой внутрипочвенного внесения жидкого навоза 60 м³/га коэффициенты использования озимой пшеницей фосфора изменялись от 10,8 % в 2020 году до 33,8 % в 2022 году. В среднем за годы исследований в данном варианте коэффициент использования озимой пшеницей фосфора составил 20,1 %. Внесение данной дозы жидкого навоза поверхностно ухудшало условия поглощения растениями озимой пшеницей фосфора из жидкого навоза и приводило к снижению значений коэффициентов использования. Они изменялись от 4,8 % в 2020 году до 17,3 % в 2022 году. В среднем за три года исследований коэффициент использования озимой пшеницей фосфора из жидкого навоза, внесенного поверхностно составил 12,0 %. С увеличением дозы жидкого навоза коэффициенты использования озимой пшеницей фосфора возрастали. Так, при внутрипочвенном внесении жижи в дозе 90 м³/га коэффициенты использования озимой пшеницей варьировали по годам от 17,6 % в 2020 году

до 34,7 % в 2022 году. При поверхностном внесении данной дозы коэффициенты использования фосфора были ниже и изменялись от 12,4 % в 2020 году до 20,7 % в 2022 году.

Таблица 29 – Коэффициенты использования озимой пшеницей фосфора из жидкого навоза, %

Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
60 м ³ /га, внутрипочвенно	15,6	10,8	33,8	20,1
60 м ³ /га, поверхностно	14,0	4,8	17,3	12,0
90 м ³ /га, внутрипочвенно	18,6	17,6	34,7	23,6
90 м ³ /га, поверхностно	20,2	12,4	20,7	17,8
120 м ³ /га, внутрипочвенно	17,8	15,5	29,0	20,8
120 м ³ /га, поверхностно	12,0	11,6	26,0	16,5

В среднем за три года исследований коэффициент использования озимой пшеницей фосфора из жидкого навоза, внесенного внутрипочвенно в дозе 90 м³/га составил 23,6 %, а поверхностно – 17,8 %. В варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 120 м³/га коэффициенты использования озимой пшеницей фосфора по годам исследований изменялись от 15,5 % в 2020 году до 29,0 % в 2022 году. Внесение 120 м³/га жидкого навоза поверхностно ухудшало условия поглощения растениями озимой пшеницей фосфора из жидкого навоза и приводило к снижению значений коэффициентов использования до 11,6 -26,0 %. В среднем за три года исследований коэффициент использования озимой пшеницей фосфора из жидкого навоза, внесенного внутрипочвенно в дозе

120 м³/га, составил 20,8 %, а поверхностно – 16,5 % (табл. 29).

В больших количествах из жидкого свиного навоза озимой пшеницей в первый год поглощалось калия (табл. 30).

Таблица 30 – Коэффициенты использования озимой пшеницей калия из жидкого навоза, %

Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
60 м ³ /га, внутрипочвенно	31,5	44,8	45,8	40,7
60 м ³ /га, поверхностно	11,6	25,0	34,8	23,8
90 м ³ /га, внутрипочвенно	23,7	40,3	38,9	34,3
90 м ³ /га, поверхностно	32,4	33,7	21,4	29,2
120 м ³ /га, внутрипочвенно	26,7	27,4	36,3	30,1
120 м ³ /га, поверхностно	26,5	17,5	34,0	26,0

Максимальное использование калия было в варианте с внутрипочвенным внесением свиной жижи в дозе 60 м³/га. На данном варианте коэффициент использования калия в 2020 году составил 44,8 %, а в 2022 году 45,8 %. В среднем он составил 40,7 %. В варианте с поверхностным внесением данной дозы коэффициенты использования озимой пшеницей калия были меньше и составили от 11,6 % в 2019 году до 34,8 % в 2022 году. В среднем за три года коэффициент использования озимой пшеницей калия из жидкого навоза составил 23,8 %. С увеличением дозы внутрипочвенного внесения жидкого навоза коэффициенты использования озимой пшеницей калия снижались. Так, при внутрипочвенном внесении жидкого органического удобрения в дозе 90 м³/га ко-

эffициенты использования озимой пшеницей калия варьировали по годам от 23,7 % в 2019 году до 40,3 % в 2020 году. При поверхностном внесении данной дозы коэффициенты использования калия были ниже и изменялись от 21,4 % в 2022 году до 33,7 % в 2020 году. В среднем за три года коэффициент использования озимой пшеницей калия из жидкого навоза составил в варианте с внутрипочвенным внесением 34,3 %, а с поверхностным разливом 29,2 %.

В варианте с внутрипочвенным внесением свиной жижи в дозе 120 м³/га использование калия по годам составляло от 26,7 % в 2019 году до 36,3 % в 2022 году. При поверхностном разливе данной дозы использование калия из свиной жижи составило от 17,5 % в 2020 году до 34,0 % в 2022 году. В среднем за три года исследований коэффициент использования озимой пшеницей калия из жидкого навоза, внесенного внутрипочвенно в дозе 120 м³/га составил 30,1 %, а поверхностно – 26,0 % (табл. 30).

В целом по опыту можно заключить, что максимальные коэффициенты использования азота 33,2 % и фосфора 23,6 % были получены при внутрипочвенном внесении жидкого свиного навоза в дозе 90 м³/га, а калия 40,7 % при внутрипочвенном внесении в дозе 60 м³/га.

Баланс питательных элементов при возделывании сельскохозяйственных культур показывает направление изменения почвенного плодородия. При положительном балансе содержание элементов питания в почве повышается, а при отрицательном снижается. Данные по балансу азота в опыте представлены в таблице 31. На не удобренном варианте баланс по азоту был отрицательным и составил – 65,3 кг/га. Внесение жидкого органического удобрения обеспечило положительный баланс азота. Внесение свиной жижи в дозе 60 м³/га внутрипочвенно обеспечило превышение внесения над выносом азота на 22,4 кг/га, а поверхностно на 33,1 кг/га. С увеличением дозы жидкого свиного навоза положительное сальдо по азоту возрастало. В варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 90 м³/га положительный баланс по азоту возрос до +54,6 кг/га, а при поверхностном разливе до +59,2 кг/га. При дозе внесения 120 м³/га положительное сальдо по азоту возросло соответственно до

+104,1кг/га и +113,1 кг/га (табл. 31).

Таблица 31 – Баланс азота, (в среднем за три года)

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	Внесено, кг/га	Вынос урожая, кг/га	Баланс, кг/га
Без подкормки	Без удобрений	0	65,3	-65,3
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	120	97,6	22,4
	60 м ³ /га, поверхностно	120	86,9	33,1
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	180	125,4	54,6
	90 м ³ /га, поверхностно	180	120,8	59,2
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	240	135,9	104,1
	120 м ³ /га, поверхностно	240	126,9	113,1
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	40	87,9	-47,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	160	129,7	30,3
	60 м ³ /га, поверхностно	160	120,1	39,9
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	220	155,8	64,2
	90 м ³ /га, поверхностно	220	137,9	82,1
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	280	160,8	119,2
	120 м ³ /га, поверхностно	280	149,7	130,3

Проведение подкормки озимой пшеницы жидким органическим удобрением в дозе 20 м³/га не скомпенсировало выноса азота урожаем. Баланс по азоту остался отрицательным и составил – 47,9 кг/га. На фоне с подкормкой во всех вариантах с основным внесением жидкого навоза положительное сальдо возросло по сравнению с аналогичными вариантами фона без подкормки.

Расчет баланса фосфора при возделывании озимой пшеницы представлен в таблице 32. На контрольном варианте без применения удобрений был получен отрицательный баланс по фосфору, который составил -32,7 кг/га. На всех вариантах с внесением жидкого органического удобрения баланс по фосфору был положительным. В вариантах с поверхностным внесением жидкого навоза положительный баланс по фосфору из-за меньшего выноса урожаем превосходил баланс с вариантами с внутрипочвенным внесением.

Таблица 32 – Баланс фосфора, (в среднем за три года)

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого органического удобрения	Внесено, кг/га	Вынос урожая, кг/га	Баланс, кг/га
Без подкормки	Без удобрений	-	32,7	-32,7
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	48	42,2	5,8
	60 м ³ /га, поверхностно	48	38,5	9,5
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	72	49,7	22,3
	90 м ³ /га, поверхностно	72	49,5	22,5
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	96	52,6	43,4
	120 м ³ /га, поверхностно	96	48,6	47,4
Подкормка жидким органическим удобрением, 20 м ³ /га	Без удобрений	16	41,0	-25,0
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	64	56,4	7,6
	60 м ³ /га, поверхностно	64	47,3	16,7
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	88	61,6	26,4
	90 м ³ /га, поверхностно	88	54,2	33,8
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	112	59,7	52,3
	120 м ³ /га, поверхностно	112	59,9	52,1

С увеличением дозы внесения жидкого свиного навоза положительный баланс фосфора возрастал.

Подкормка озимой пшеницы жидким органическим удобрением в дозе 20 м³/га не скомпенсировала выноса фосфора урожаем. Баланс был отрицательным и составил -25,7 кг/га. На фоне с подкормкой во всех вариантах с дозами основного внесения жидкого свиного навоза положительный баланс фосфора превосходил баланс с аналогичных вариантов фона без подкормки.

Расчет баланса калия при выращивании озимой пшеницы представлен в таблице 33. На контрольном варианте баланс калия был отрицательным и составил -60,9 кг/га. Внесение жидкого навоза в дозе 60 м³/га внутрипочвенно обеспечило бездефицитный баланс калия, а в варианте с поверхностным внесением +16,8 кг/га. С увеличением дозы внесения положительное сальдо по калию возрастало. Внесение жижи в дозе 90 м³/га внутрипочвенным способом улучшило баланс по калию до +39,7 кг/га, а поверхностным - до +47,8 кг/га. При дозе внесения 120 м³/га положительный баланс по калию соответственно составил +88,3 кг/га и +90,2 кг/га (табл. 33).

Подкормка озимой пшеницы в фазу весеннего кущения жидким органическим удобрением в дозе 20 м³/га снизила отрицательный баланс по калию до -46,2 кг/га. На фоне с подкормкой в варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га баланс по калию составил +16,8 кг/га, а с поверхностным внесением +11,7 кг/га. На данном фоне в варианте с внутрипочвенным внесением жидкого навоза в дозе 90 м³/га баланс по калию составил +31,6 кг/га, а с поверхностным внесением +35,0 кг/га. Максимальное накопление калия было на данном фоне в вариантах с внесением 120 м³/га жидкого навоза. Внутрипочвенное внесение данной дозы обеспечило положительный баланс калия +94,6 кг/га, а поверхностное +96,3 кг/га.

Таблица 33 – Баланс калия, (в среднем за три года)

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого органического удобрения	Внесено, кг/га	Вынос урожая, кг/га	Баланс, кг/га
Без подкормки	Без удобрений	0	60,9	-60,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	102	102,4	-0,4
	60 м ³ /га, поверхностно	102	85,2	16,8
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	153	113,3	39,7
	90 м ³ /га, поверхностно	153	105,2	47,8
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	204	115,7	88,3
	120 м ³ /га, поверхностно	204	113,8	90,2
Подкормка жидким органическим удобрением 20 м ³ /га	Без удобрений	34	80,2	-46,2
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	136	119,2	16,8
	60 м ³ /га, поверхностно	136	124,3	11,7
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	187	155,4	31,6
	90 м ³ /га, поверхностно	187	152,0	35,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	238	143,4	94,6
	120 м ³ /га, поверхностно	238	141,7	96,3

Интенсивность баланса показывает соотношение внесенных питательных веществ к выносу урожая. Как показали расчеты, на всех вариантах с применением жидкого удобрения по всем элементам питания интенсивность баланса была более 100 процентов, кроме калия при внесении жижи в дозе 60 м³/га внутрипочвенно. На данном варианте интенсивность баланса составила 99,6 % (табл. 34). Внесение жидкого навоза в дозе 60 м³/га обеспечило интен-

сивность баланса по азоту 122,9 – 138,1 %, по фосфору 113,7-124,7 % и калию 99,6- 119,7 %. На фоне с подкормкой при данной дозе интенсивность баланса составила по азоту 123,4 – 133,3 %, по фосфору 113,5-135,3 % и калию 109,4- 114,1 %.

Таблица 34 – Интенсивность баланса, % (в среднем за три года)

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого органического удобрения	Азот	Фосфор	Калий
Без подкормки	Без удобрений	-	-	-
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	122,9	113,7	99,6
	60 м ³ /га, поверхностно	138,1	124,7	119,7
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	143,5	144,9	135,0
	90 м ³ /га, поверхностно	149,0	145,4	145,4
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	176,6	182,5	176,3
	120 м ³ /га, поверхностно	198,1	197,5	179,3
Подкормка жидким органическим удобрением, 20 м ³ /га	Без удобрений	45,5	39,0	42,4
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	123,4	113,5	114,1
	60 м ³ /га, поверхностно	133,3	135,3	109,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	141,2	142,9	120,3
	90 м ³ /га, поверхностно	159,5	162,4	123,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	174,1	187,6	166,0
	120 м ³ /га, поверхностно	187,0	149,7	168,0

Внесение жидкого навоза в дозе 90 м³/га обеспечило более высокие показатели интенсивности баланса. На фоне без подкормки интенсивность баланса по

азоту составила 143,5-149,0 %, по фосфору 144,9-145,4 % и калия 135,0-145,4 %. На фоне с подкормкой интенсивность баланса составила по азоту 141,2 – 159,5 %, по фосфору 142,9-162,4 % и калию 120,3- 123,0 %.

Максимальные показатели интенсивности баланса были получены при внесении жидкого свиного навоза в дозе 120 м³/га. На фоне без подкормки при данной дозе интенсивность баланса составила по азоту 176,6 – 198,1 %, по фосфору 182,5-197,5 % и калию 176,3- 179,3 %, а на фоне с подкормкой соответственно 174,1-187,0 %, 149,7- 187,6 %, и 166,0- 168,0 % (табл. 34).

3.4 Влияние жидкого органического удобрения на агрохимические свойства почвы

Применение жидкого органического удобрения влияло на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы (табл. 35-38). Изменения содержания легкогидролизуемого азота в почве при выращивании озимой пшеницы представлены в таблице 35. В 2019 году после уборки викоовсяной смеси до закладки опыта содержание легкогидролизуемого азота в почве составляло 10,0 мг/100 г. В почве варианта без внесения удобрений после уборки озимой пшеницы содержание легкогидролизуемого азота снизилось и составило 7,1 мг/100 г. На фоне без проведения подкормки в почве всех вариантов с внесением жидкого навоза содержание легкогидролизуемого азота снизилось. Снижение содержания было обусловлено выносом азота урожаем, вымыванием в нижележащие горизонты и газообразными потерями за счет денитрификации и улетучивания аммиака. С увеличением дозы внесения жидкого навоза содержание легкогидролизуемого азота в почве повышалось. В почве вариантов с внутрипочвенным внесением содержание легкогидролизуемого азота было выше по сравнению с поверхностным разливом. Проведение весенней подкормки повысило содержание азота в почве по сравнению с контролем до 9,1 мг/100 г. На фоне с подкормкой в почве всех вариантов содержание легкогидролизуемого азота было выше исходного.

В 2020 году после до закладки опыта содержание легкогидролизуемого азота в почве составляло 10,6 мг/100 г. После уборки урожая озимой пшеницы

содержание легкогидролизуемого азота в почве по всем вариантам снизилось до 5,6-8,7 мг/100 г.

Таблица 35 – Концентрация легкогидролизуемого азота в почве до посева и после уборки озимой пшеницы, мг/100 г

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	7,1	5,6	6,0	6,6
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	7,8	6,4	6,4	6,9
	60 м ³ /га, поверхностно	7,6	6,4	6,5	6,8
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	7,3	6,9	6,2	6,8
	90 м ³ /га, поверхностно	7,0	7,0	5,9	7,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	8,7	7,3	6,3	7,3
	120 м ³ /га, поверхностно	8,1	7,5	6,3	7,4
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	9,1	6,9	8,0	8,3
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	10,4	7,0	9,7	9,1
	60 м ³ /га, поверхностно	10,6	6,4	9,0	8,7
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	10,9	7,5	8,3	8,9
	90 м ³ /га, поверхностно	10,7	7,0	8,7	8,8
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	11,5	8,2	8,7	9,5
	120 м ³ /га, поверхностно	10,6	8,7	9,1	9,5
Содержание азота в почве до закладки опыта		10,0	10,6	9,8	10,1

Содержание легкогидролизуемого азота в почве после уборки озимой пшеницы в 2022 году снизилось с 9,8 мг/100 г до 6,0 мг/100 г на контроле и до 9,7 мг/100 г в варианте с подкормкой и внутрипочвенным внесением сви-

ной жижи в дозе 60 м³/га. В почве вариантов с подкормкой содержание легкогидролизуемого азота было больше аналогичных вариантов без подкормки.

В среднем за три года на контрольном варианте без внесения удобрений после уборки озимой пшеницы содержание легкогидролизуемого азота в почве снизилось с 10,1 мг/100 г и составило 6,6 мг/100 г. На фоне без проведения подкормки в почве всех вариантов с внесением жидкого навоза содержание легкогидролизуемого азота снизилось по сравнению с исходным. Следует отметить, что это произошло при положительном балансе азота. Снижение содержания можно объяснить выносом азота урожаем, вымыванием в нижележащие горизонты и газообразными потерями за счет денитрификации и улетучивания аммиака. С увеличением дозы внесения жидкого навоза содержание легкогидролизуемого азота в почве повышалось. В почве вариантов с внутрипочвенным внесением содержание легкогидролизуемого азота было одинаковым с как и при поверхностном разливе. Проведение весенней подкормки повысило содержание азота в почве по сравнению с контролем до 8,3 мг/100 г. На фоне с подкормкой в почве всех вариантов содержание легкогидролизуемого азота было выше аналогичных вариантов без подкормки (табл. 35).

Содержание фосфора в почве после уборки озимой пшеницы в 2019 году снизилось на контрольном варианте с 29,1 мг/100 г до 27,5 мг/100 г. Снижение содержания фосфора отмечено и в почве вариантов с внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га. Доза жидкого свиного навоза 90 м³/га обеспечивала поддержание содержания фосфора на исходном уровне, а при внесении 120 м³/га содержание фосфора повысилось. На фоне с подкормкой в почве всех вариантов содержания фосфора было ниже. Это можно объяснить большим выносом фосфора урожаем.

В 2020 году содержание фосфора в почве после уборки озимой пшеницы снизилось на контрольном варианте с 29,3 мг/100 г до 28,7 мг/100 г. В почве вариантов с внесением свиной жижи содержание доступного фосфора по-

вышалось. Влияние подкормки не сказалось на содержании доступного фосфора в почве.

Таблица 36 – Концентрация фосфора в почве до посева и после уборки озимой пшеницы, мг/100 г.

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	27,5	28,7	25,9	27,4
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	27,8	30,2	26,1	28,0
	60 м ³ /га, поверхностно	28,3	30,4	26,1	28,3
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	29,6	30,8	27,5	29,3
	90 м ³ /га, поверхностно	30,2	31,1	27,7	29,4
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	31,6	30,6	28,1	30,1
	120 м ³ /га, поверхностно	31,6	31,0	28,4	30,3
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	26,0	28,0	25,6	26,5
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	26,5	30,2	26,2	27,6
	60 м ³ /га, поверхностно	26,8	30,6	26,5	28,0
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	27,5	30,3	27,1	28,3
	90 м ³ /га, поверхностно	28,6	30,9	27,6	29,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	28,8	30,7	28,2	29,2
	120 м ³ /га, поверхностно	29,9	30,9	28,8	29,9
Содержание фосфора в почве до закладки опыта		29,1	29,3	26,2	28,2

В 2022 году содержание доступного фосфора в почве изменялось в вариантах опыта следующим образом. На контрольном варианте содержание фосфора в почве снизилось с 26,2 мг/100 г до 25,9 мг/100 г. В почве вариан-

тов с внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га содержание фосфора было на уровне исходного, а при внесении жижи в дозе 90 м³/га и 120 м³/га содержание фосфора повысилось. Произошло накопление фосфора в почве сверх выноса урожаем. На фоне с подкормкой в почве всех вариантов содержания фосфора было ниже. Снижение содержания фосфора в почве на данном фоне было обусловлено большим выносом фосфора урожаем озимой пшеницы.

В среднем за три года на контрольном варианте без внесения удобрений после уборки озимой пшеницы содержание фосфора в почве снизилось с 28,2 мг/100 г до 27,4 мг/100 г. В почве вариантов с внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га содержание фосфора было на уровне исходного, а при внесении жижи содержание фосфора повысилось до 29,3-29,4 мг/100 г при дозе 90 м³/га и до 30,1-30,3 мг/100 г при дозе 120 м³/га. Проведение весенней подкормки не сказалось на содержании доступного фосфора в почве (табл. 36).

В 2019 году концентрация подвижного калия в почве до посева составляла 12,8 мг/100 г. В конце вегетации в не удобренной почве концентрация калия, снизилось до 10,6 мг/100 г, а в вариантах с внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га до 11,6-11,8 мг/100г. Дозы жидкого навоза 90 м³/га и 120 м³/га обеспечили повышение его содержания в почве.

В 2020 году содержание подвижного калия в почве изменялось в вариантах опыта следующим образом. На контрольном варианте содержание калия в почве снизилось с 16,2 мг/100 г до 14,0 мг/100 г. На фоне без подкормки в почве вариантов с внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га содержание обменного калия снизилось. Доза жидкого навоза 90 м³/га обеспечила поддержание содержания подвижного калия на исходном уровне, а доза 120 м³/га обеспечила повышение его содержания в почве. Проведение весенней подкормки повысило содержание подвижного калия в почве по сравнению с контролем до 16,0 мг/100 г. На фоне с подкормкой в почве всех вариантов содержание подвижного калия было выше аналогичных вариантов без подкормки (табл. 37).

Таблица 37 – Концентрация подвижного калия в почве до посева и после уборки озимой пшеницы, мг/100 г

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	10,6	14,0	12,8	12,5
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	11,6	15,0	13,0	13,2
	60 м ³ /га, поверхностно	11,8	15,5	13,3	13,5
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	13,7	16,0	13,8	14,5
	90 м ³ /га, поверхностно	13,8	17,5	14,8	15,4
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	13,8	16,5	17,0	15,8
	120 м ³ /га, поверхностно	14,0	19,0	17,2	16,7
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	11,6	16,0	14,0	13,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	11,9	16,5	15,0	14,5
	60 м ³ /га, поверхностно	12,2	16,6	15,2	14,7
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	14,0	16,9	15,8	15,6
	90 м ³ /га, поверхностно	14,4	18,1	16,2	16,2
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	14,0	17,7	17,4	16,4
	120 м ³ /га, поверхностно	14,4	19,5	18,1	17,3
Содержание калия в почве до закладки опыта		12,8	16,2	14,4	14,5

В 2022 году в почве контрольного варианта концентрация обменного калия снизилась с 14,4 мг/100 г до 12,8 мг/100 г. Снижение содержания обменного калия отмечено и в почве вариантов с внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га. Доза жидкого навоза 90 м³/га обеспечила поддержание содержания обмен-

ного калия на исходном уровне, а доза 120 м³/га обеспечила повышение его содержания в почве (табл. 37).

Проведение весенней подкормки повысило содержание обменного калия в почве (табл. 37).

В среднем за три года на контрольном варианте без внесения удобрений после уборки озимой пшеницы содержание обменного калия в почве снизилось с 14,5 мг/100 г до 12,5 мг/100 г. На фоне без подкормки в почве вариантов с дозой жижи 60 м³/га содержание обменного калия снизилось с дозой 90 м³/га осталось на исходном уровне, а с дозой 120 м³/га повысилось.

Проведение весенней подкормки повысило содержание обменного калия в почве по сравнению с контролем до 13,9 мг/100 г. На фоне с подкормкой в почве всех вариантов содержание обменного калия было выше аналогичных вариантов без подкормки (табл. 37). Вследствие большего выноса обменного калия в вариантах с внутрипочвенным внесением жидкого навоза его содержание в почве было ниже.

Применение жидкого свиного навоза влияло на реакцию почвенной среды. В 2019 году рН почвы вариантов с внесением жидкого навоза в дозе 60 м³/га оставалось на исходном уровне. Внесение жижи в дозе 90 м³/га понизило почвенную кислотность до рН 5,8 а при дозе 120 м³/га до рН 5,8-5,9. Проведение весенней подкормки не изменяло почвенной кислотности.

В 2020 году применение жидкого свиного навоза положительно влияло на реакцию почвенной среды. В почве вариантов с внесением жидкого навоза снижалась кислотность. С возрастанием доз жидкого навоза рН снижалась. На фоне с подкормкой кислотность почвы была ниже.

В 2022 году влияние жидкого свиного навоза на реакцию почвенной среды было как в 2020 году. В почве вариантов с внесением жидкого навоза снижалась кислотность. С возрастанием доз жидкого навоза рН снижалась. На фоне с подкормкой кислотность почвы была ниже.

Таблица 38 – рН в почве до закладки опыта и после уборки озимой пшеницы

Подкормка	Дозы и способы внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	5,7	5,6	5,6	5,6
	Внутрипочвенное внесение, 60 м ³ /га	5,7	5,7	5,6	5,7
	Поверхностное внесение, 60 м ³ /га	5,7	5,8	5,6	5,7
	Внутрипочвенное внесение, 90 м ³ /га	5,8	5,8	5,6	5,7
	Поверхностное внесение, 90 м ³ /га	5,8	5,9	5,7	5,8
	Внутрипочвенное внесение, 120 м ³ /га	5,8	5,9	5,8	5,8
	Поверхностное внесение, 120 м ³ /га	5,9	5,9	5,8	5,9
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	5,7	5,8	5,6	5,7
	Внутрипочвенное внесение, 60 м ³ /га	5,8	6,0	5,7	5,8
	Поверхностное внесение, 60 м ³ /га	5,8	6,1	5,8	5,9
	Внутрипочвенное внесение, 90 м ³ /га	5,8	6,0	5,8	5,9
	Поверхностное внесение, 90 м ³ /га	5,7	6,1	5,8	5,9
	Внутрипочвенное внесение, 120 м ³ /га	5,8	5,9	5,8	5,8
	Поверхностное внесение, 120 м ³ /га	5,9	6,1	5,7	5,9
до закладки опыта		5,7	5,7	5,6	5,7

В среднем за три года вследствие буферной способности почвы реакция почвенной среды при умеренных дозах жидкого навоза $60 \text{ м}^3/\text{га}$ и $90 \text{ м}^3/\text{га}$ оставалась без изменений. Внесение жидкого свиного навоза в дозе $120 \text{ м}^3/\text{га}$ снижало почвенную кислотность на $0,1-0,2 \text{ рН}$. Применение весенней подкормки снижало почвенную кислотность на $0,1 \text{ рН}$ (табл. 38).

Обобщая полученные результаты можно заключить, что применение жидкого свиного оказывает влияние на агрохимические показатели почвы. Внесение жидкого навоза в дозе $60 \text{ м}^3/\text{га}$ обеспечивало поддержание содержания фосфора и калия на исходном уровне. Внесение жидкого навоза в дозах $90 \text{ м}^3/\text{га}$ и $120 \text{ м}^3/\text{га}$ повышало в почве содержание фосфора и калия. Внесение свиной жижи в дозе $120 \text{ м}^3/\text{га}$ снижало почвенную кислотность на $0,1-0,2 \text{ рН}$. Проведение весенней подкормки повышало содержание в почве азота и калия, снижало почвенную кислотность и не влияло на содержание доступного фосфора в почве.

Коэффициенты использования озимой пшеницей азота, фосфора и калия из почвы зависели от урожайности основной и побочной продукции. Коэффициент использования озимой пшеницей легкогидролизуемого азота в 2019 году составил $25,5 \%$, в 2020 году $20,1 \%$ и в 2022 году $19,0 \%$. В среднем за три года использование озимой пшеницей из почвы легкогидролизуемого азота составило $21,5 \%$.

Коэффициент использования озимой пшеницей доступного фосфора в 2019 году составил $4,8 \%$, в 2020 году $3,2 \%$ и в 2022 году $3,7 \%$. В среднем за три года коэффициент использования озимой пшеницей доступного фосфора из почвы составил $3,9 \%$.

Коэффициент использования калия из почвы в 2019 году составил $17,3 \%$, в 2020 году $13,6 \%$ и в 2022 году $11,4 \%$. В среднем за годы исследований коэффициент использования калия из почвы составил $14,1 \%$ (табл. 39).

Таблица 39 – Коэффициенты использования озимой пшеницей подвижных форм азота, фосфора и калия из почвы, %

Элемент	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Азот	25,5	20,1	19,0	21,5
Фосфор	4,8	3,2	3,7	3,9
Калий	17,3	13,6	11,4	14,1

4.0 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Экономический анализ возделывания озимой пшеницы показан в таблице 40.

Таблица 40 – Результаты расчета экономической эффективности выращивания озимой пшеницы (в среднем за три года).

Вариант	Стоимость урожая, руб/га	Производственные затраты, руб/га	Себестоимость, руб/кг	Чистый доход, руб/га	Рентабельность, %
Без удобрений	38400	39470	15,42	- 1070	-2,7
60 м ³ /га, внутрипочвенно	52500	46417	13,26	6083	13,1
60 м ³ /га, разлив	48300	46089	14,31	2211	4,8
90 м ³ /га, внутрипочвенно	61200	49876	12	11324	22,7
90 м ³ /га, разлив	57300	49396	12,93	7904	16,0
120 м ³ /га внутрипочвенно	61650	53334	12,97	8316	15,6
120 м ³ /га разлив	56850	52695	13,9	4155	7,9
Подкормка 20 м ³ /га	46500	42518	13,71	3982	9,4
60 м ³ /га, внутрипочвенно + подкормка 20 м ³ /га	62100	49435	11,94	12665	25,6
60 м ³ /га, разлив + подкормка м ³ /га т/га	57600	49107	12,78	8493	17,3
90 м ³ /га, внутрипочвенно + подкормка 20 м ³ /га	68100	52894	11,65	15206	28,7
90 м ³ /га, разлив + подкормка 20 м ³ /га	64500	52414	12,18	12086	23,1
120 м ³ /га внутрипочвенно + подкормка 20 м ³ /га	69450	56352	12,17	13098	23,2
120 м ³ /га, разлив + подкормка 20 м ³ /га	67500	55713	12	11787	21,2

Выращивание озимой пшеницы без удобрений было экономически не выгодно. Производственные затраты превышали стоимость выращенного зерна на 1100 рублей (табл. 40, прил. 25). Экономический анализ выявил вы-

сокую эффективность применения жидкого органического удобрения на озимой пшенице. Положительный результат зависел от применяемых доз и способов внесения. Наилучшие экономические показатели получены при выращивании озимой пшеницы с применением жидкого органического удобрения до посева в дозе 90 м³/га и подкормке в дозе 20 м³/га. На данном варианте получен самый высокий чистый доход 15206 руб/га, при рентабельности 28,7 % (табл. 40).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Внесение жидкого органического удобрения положительно влияло на водный режим почвы. В период всходов в верхнем пахотном слое почвы содержание влаги в вариантах с внутрипочвенным внесением жидкого навоза было на 0,4-1,0 % больше по сравнению с поверхностным разливом и на 0,9-2,0 % по сравнению с контролем.
2. Использование жидкого органического удобрения повышало в почве содержание минерального азота. С увеличением дозы его внесения содержание азота в почве возрастало. Максимальное содержание минерального азота было в почве с внесением жидкого органического удобрения в дозе 120 м³/га. При поверхностном внесении данной дозы содержание минерального азота в почве составило 24,3 мг/кг, а при внутрипочвенном – 33,5 мг/кг.
3. Внесение жидкого навоза повышало в растениях озимой пшеницы содержание азота, фосфора и калия. Внутрипочвенное внесение жидкого навоза по сравнению с поверхностным разливом обеспечивало более высокое содержание азота в растениях озимой пшеницы.
4. В среднем за три года высокая урожайность зерна озимой пшеницы 4,54 т/га получена при внутрипочвенном внесении 90 м³/га жидкого органического удобрения и подкормки в дозе 20 м³/га. Прибавка урожая зерна составила 1,98 т/га, а окупаемость 1 м³ жидкого органического удобрения - 16 кг зерна. Зерно сформировалось хорошего качества с содержанием сырого белка 13,1 % и массой 1000 зерен 47,5 г. Подкормка озимой пшеницы жидким органическим удобрением в дозе 20 м³/га обеспечила повышение урожайности озимой пшеницы на 0,55 т/га
5. Увеличение дозы внутрипочвенного внесения жидкого органического удобрения до 120 м³/га и проведение весенней подкормки повышало содержание минерального азота в почве, но не оказывало значимого действия на урожайность и качество зерна.

6. В зерне озимой пшеницы, выращенной с внутрипочвенным внесением жидкого навоза по сравнению с поверхностным разливом, содержалось сырого протеина на 0,1-0,7 % больше.
7. Внесение жидкого свиного навоза в дозе 60 м³/га обеспечивало положительный баланс по азоту и фосфору и бездефицитный – по калию. С увеличением дозы жидкого навоза положительный баланс по всем элементам питания возрастал.
8. Максимальные коэффициенты использования озимой пшеницей азота 33,2 % и фосфора 23,6 % из свиной жижи были получены при ее внутрипочвенном внесении в дозе 90 м³/га, а калия 40,7 % при дозе 60 м³/га.
9. В вариантах с дозой 60 м³/га свиной жижи содержание фосфора и калия в почве оставалось на исходном уровне, а с дозами 90 м³/га и 120 м³/га повышалось. Проведение весенней подкормки повышало содержание в почве азота и калия, снижало почвенную кислотность и не влияло на содержаниями доступного фосфора в почве.
10. В среднем за годы исследований коэффициент использования из почвы азота составил 21,5 %, фосфора 3,9 % и калия 14,1 %.
11. Наилучшие экономические показатели получены при выращивании озимой пшеницы с применением ЖОУ 90 м³/га + подкормка 20 м³/га. На данном варианте получен самый высокий чистый доход 15206 руб/га, при рентабельности 28,7 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях дерново-подзолистой почвы Востока Нечерноземной зоны при выращивании озимой пшеницы с использованием жидкого органического удобрения для получения урожаев фуражного зерна 4-5 т/га с высокой рентабельностью и сохранения почвенного плодородия рекомендуем до посева внесение его внутripочвенно в дозе 90 м³/га и в весеннюю подкормку в дозе 20 м³/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисян А.Т. Кормопроизводство в Красноярском крае: Курс лекций: учеб. пособие //Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 202 с.
2. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР. – Л.: Гидрометеопиздат, 1972. – 106 с.
3. Антоненко Д.А., Белюченко И.С. Оценка влияния отходов животноводства на окружающую среду методом биотестирования // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т.14. – №3. – С. 4-9.
4. В. А. Андреев. Использование навоза свиней на удобрение / В. А. Андреев, М. Н. Новиков, С. М. Лукин. - Москва : Росагропромиздат, 1990. – 91с.
5. Асарова М.Х. Микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы при внесении высоких доз жидкого навоза. // Известия ТСХА. – 1982. - №. 3.- С. 189-191.
6. Алексеева Ж.Л., Азаренко Ю.А. Влияние свиного навоза на гумусное состояние агрочернозема квазиглееватого южной лесостепи Омского Прииртишья //Вестник Омского ГАУ. – 2020.- №2(38).- С.22-32.
7. Бабенко М.В., Васильев А.С., Дроздов И.А. Влияние различных фракций и доз свиного навоза на изменение содержания гумуса и его фракционно-групповой состав в дерново-подзолистой почве. // Агрохимический вестник. – 2020. – №1. – С. 25-31.
8. Базылев М.В., В.В. Линьков, Е.А. Левкин, М.Н. Борисевич. Агротехнологические перспективы повышения эффективности утилизации свиного навоза. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2016. – № 1. – С. 137-145.,
9. Барановский И.Н. Сапрпель в плодородии дерново-подзолистых почв. / И.Н.Барановский, И.А. Дроздов.– Тверь.: Тверская ГСХА, 2012. – 150 с.

10. Барановский И.Н., Бабенко М.В. Влияние фракций свиного навоза на содержание и состав органического вещества в дерново-подзолистой почве // Вестник Тверского ГУ. Серия «Химия». -2013.- Вып. 16.- С.33-40.
11. Барановский И.Н, Павловский А.В. Эффективность жидкого навоза на дерново-подзолистых почвах. // Главный агроном. – 2010.- №4.- С. 7-9
12. Баранова Е.В., Шуманёва М.В. Влияние твердых органических удобрений на продуктивность яровой пшеницы и плодородие лугово-черноземной почвы Омской области // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 2 (9). – С. 1-8.
13. Береснев Б.Г. Влияние систематического внесения возрастающих доз бесподстилочного навоза в севообороте на плодородие дерново-подзолистой почвы./ Б.Г. Береснев, И.А. Нестерович, Т.И. Матюшина. // Агрехимия. - 1989.- №9.- С. 50-60.
14. Белюченко И.С. Агрегатный состав сложных компостов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 93. – С. 812-830.
15. Белюченко И.С. Антропогенное изменение почвенного покрова в процессе развития аграрных ландшафтов // Экологический вестник Север-ного Кавказа. – 2018. – Т.14. – №2. – С. 52-64.
16. Бобренко И.А., Шалак И.О., Гоман Н.В., Трубина Н. К., Кормин В.П. Эффективность применения свиного бесподстилочного навоза под зерновые культуры. //Вестник Омского ГАУ.- 2022.- №1(45).- С. 13-19.
17. Бобренко И.А., Аксенова Ю.В., Модели плодородия пахотных почв Омской области. // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т.- 35. – №5. – С. 9-14.

18. Бобренко И.А., Гоман Н.В., Невенчанная Н.М., Кормин В.П., Трубина Н.К., Лихоманова Л.М., Гараева Д.М. Формирование урожая зерна яровой пшеницы в зависимости от доз навоза КРС различных сроков хранения // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2019. – № 3 (18). – С. 2.
19. Борычев С.Н., Успенский И.А., Юхин И.А., Лимаренко Н.В., Фомин С.Д., Мишуров Н.П. Структурно-информационная модель повышения биотрансформационной интенсивности жидкой фракции свиного бесподстилочного навоза // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 4 (286). – С. 28-32.
20. Босак В.Н. Агрэкономическая эффективность применения удобрений / В.Н. Босак. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2005. – 44 с.
21. Васбиева М.Т. Агрогенная трансформация плодородия дерново-подзолистых почв Предуралья. Автореферат на соискания ученой степени доктора биологических наук. – М. - 2024. – С. 48.
22. Воронков Д.И., Кравченко В.Н., Овсянникова Д.В. Отзывчивость яровой пшеницы на различные нормы жидкого навоза свиней в условиях Оренбургской Области.// Животноводство и кормопроизводство. – 2013.- № 3. - С. 119-121.
23. Гамм Т.А., Гривко Е.В., Идигенов Б.Б. Влияние на урожай яровой пшеницы удобрений из органических отходов на черноземе обыкновенном. // Плодородие.- 2023. –№2 . - С.76-79.
24. Гамзиков Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотных удобрений в севооборотах // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 8-14.
25. Гоман Н.В., Бобренко И.А., Трубина Н.К., Шалак И.О. Эффективность применения жидкой фракции бесподстилочного свиного навоза под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве.// Вестник КрасГАУ.-2018.- №5. - С. 51-59.

26. Гуляева В.Г., Боева Т.В. Снижение энергетических затрат и сохранение плодородия почвы в технологии возделывания арбуза. // Аграрный вестник Урала. – 2011.- № 10(89). – С.35-36.
27. ГОСТ 33830-2016 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия
28. ГОСТ 10840–64 Зерно. Метод определения природы зерна.
29. ГОСТ 10842–89 Зерно. Метод определения массы 1000 зерен.
30. ГОСТ 12037–81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян.
31. ГОСТ 13586.5–85 Зерно. Метод определения влажности.
32. ГОСТ 26207–91 Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
33. ГОСТ 26212–2021 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
34. ГОСТ 26213–91 Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО.
35. ГОСТ 26483–85 Приготовление солевой вытяжки и определение рН по методу ЦИНАО.
36. ГОСТ 27821–88 Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица.
37. Определение обменного аммония – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26489-85).
- 37а. ГОСТ 33830-2016 Органические удобрения на основе отходов животноводства. Технические условия
38. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Направления развития технологий и технических средств уборки и подготовки навоза к использованию // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. – № 1. – С. 37- 40.

39. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Шведов А.А. Эмиссия аммиака и ее последствия для окружающей среды // Вестник ВНИИМЖ. – 2018. № 1 (29). – С. 42-49.
40. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // М.: Колос, 1985. – 351 с.
41. Домашенко Ю.Е., Суржко О.А. Ресурсо - экологические аспекты снижения воздействия на природную среду животноводческих отходов // Окружающая среда и здоровье: сб. статей IV Всероссийской научно-практической конференции. – 2007. – №1. – С. 74-76.
42. Дубенок Н.Н., Шевченко В.А., Соловьев А.М. Использование органических отходов животноводческих комплексов при восстановлении плодородия малопродуктивных земель нечерноземной зоны// Плодородие.- 2021.- №3. - С. 99-103
43. Евдокимова М.А. Характеристика почв опытного поля МарГУ в с. Ежово // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола.- 2012. – Вып. XV. – С. 75-76.
44. Еськов А.И., Тарасов С.И., Тамонова Н.А. Результаты многолетних исследований эффективности последействия бесподстилочного навоза // Плодородие. – №1. – 2010. – С. 10-11.
45. Еськов А.И., Тарасов С.И. Научно-технологические решения эффективного, экологически безопасного использования бесподстилочного навоза, помета // Агрэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства: сб. научн. тр. ГНУ ВНИПТИОУ. – Владимир.- 2006. – С. 17-33.
46. Ермохин Ю.И. Управление почвенным плодородием и питанием культурных растений. Т.2. моделирование и оптимизация режима минерального питания и качества зерновых и овощных культур в ус-

- ловиях Западной Сибири и Северного Кавказа.// Омск.: Литера, 2014 -340 с.
47. Жданович В.П., Чешик И.А., Никитин А.Н., Леферд Г.А. Экологические пути решения проблемы загазованности животноводческих помещений // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т.14. – №1. – С. 4-10.
 48. Заболотских В.В. Региональные аспекты защиты окружающей среды на основе эковиотехнологий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.– 2012. – Т.14. – №1. – С. 728-733.
 49. Завалин А.А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней / А.А. Завалин, О.А. Соколов. – М.: ВНИИА, 2016. – 596 с.
 50. Захарова О.А. Оструктурирование почвы при орошении сточными водами // Плодородие. – 2006. – №1(28). – С. 25-26.
 51. Иовик Л.Н. Агроэкономическая эффективность внесения органических удобрений на основе отходов биогазовой установки под ячмень на дерново-подзолистой супесчаной почве. //Почвоведение и агрохимия. – 2015. - №2(55). –С.125-137
 52. Ильясов О.Р., Неверова О.П., Зуева Г.В., Шаравьев П.В. Санитарно-гигиеническая проблема загрязнения окружающей среды отходами животноводческих и птицеводческих комплексов // Вестник ЮУрГУ. – 2017. – № 3. – С. 59-65
 53. Кидин В.В. Агрохимия: учеб. пособие / В.В. Кидин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 351 с.
 54. Коваленко В.П. Механизация обработки бесподстилочного навоза // Москва : Колос, 1984. -15с.
 55. Ковальчук А.Н., Ковальчук Н.М. Исследование воздействия кавитации на характеристики свиного навоза // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2016. – № 18. – С. 13-16.

56. Комелин А.М., Новоселов С.И., Мерзлая Г.Е. Агроэкологическая эффективность способов внесения жидкого свиного навоза при возделывании озимой пшеницы. // Плодородие. – 2023.- №3(132).- С. 37-40.
57. Комелин А.М., Новоселов И.А., Новоселов С.И. Влияние жидкого органического удобрения на основе свиного навоза в последствии на урожайность и химический состав ячменя //Вестник Чувашского аграрного университета. - 2024. – №3. – С. 30-35.
58. Комякова Е.М., Антонова О.И. Состав навоза КРС и свиней, особенности использования и перспективы переработки. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 6 (188). – С. 63-68
59. Кочергин А.Е. Бесподстилочный жидкий навоз – ценное органическое удобрение / А.Е. Кочергин, С.П. Гавар, В.А. Пиварчук. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1981. – 23 с.
60. Кулинич О. Микрозим® Вэйст трит® - Биотехнология обезвреживания стоков // Животноводство России. – 2016. – № 6. – С. 30-32.
61. Куликова М.А., Колесникова Т.А., Грибут Е.А., Суржко О.А., Мерзлая Г.Е., Аканов Э.Н. Оценка эффективности нового органоминерального удобрения на основе свиного навоза // Плодородие. – 2019. – №4(109). – С. 49-51.
62. Лесто Н.К. Удобрительные достоинства жидкого навоза и действие его на урожай и качество картофеля в лесостепи Приобья Новосибирской области: автореферат диссертацииканд. с.-х. наук / Н.К. Лесто. – Новосибирск, 1976. – 24 с.
63. Лукин С.В., Селюкова С.В. Агроэкологическая оценка влияния органических удобрений на микроэлементный состав почв // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 12. – С. 61-65.
64. Матвеева Т.В.. Отрасль свиноводства драйвер роста производства мяса // Комбикорма. -2011.- №1. - С. 2-4

65. Мерзлая Г.Е., Щеголева И.В., Леонов М.В. Использование свиного навоза для удобрения сельскохозяйственных культур // Перспективное свиноводство: Теория и практика. – 2012. – №5. – С. 1-7.
66. Мерзлая Г.Е. и др. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ.- 2006. – 463 с.
67. Минеев В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы В.Г. Минеев, Е.Х.Ремпе. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
68. Мерзлая Г.Е. Научные основы и рекомендации по эффективному применению органических удобрений: (по зонам страны) / ВАСХ-НИЛ, ВНИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова; 1991. – 216 с.
69. Мерзлая Г.Е., Щеголева И.В. Использование свиного навоза для удобрения сельскохозяйственных культур.// Перспективное свиноводство: Теория и практика – 2013.- №6.- С.30-37.
70. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта. РД-АПК 1.10.15.02-17.
71. С.И. Новоселов, И.В. Торуткин. Влияние жидкого органического удобрения на урожайность семян рапса. //Вестник Чувашского аграрного университета. - 2024. – №4(31).- С.37-41
72. Новоселов С.И., Кузьминых А.Н., Толмачев Н.И.,/ Сидераты в земледелии Нечерноземья.- Йошкар-Ола: Марийский государственный. Университет.- 2021.- 175 с.
73. Новоселов С.И., Кузьминых А.Н., Еремеев Р.В. Плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от основной обработки и севооборота // Плодородие.- 2019. - № 6 (111). - С. 22-25.
74. Новоселов С.И. О методических подходах к расчету баланса гумуса в севообороте // Агрохимия. 2020. № 10. С 28-35.

75. Панников В.Д. Эффективность удобрений по зонам страны / Вып. 29. Материалы Всесоюзного программно-методического совещания участников Географической сеи опытов с удобрениями г. Белгород. - Москва : ВИУА, 1983. - 127 с.
76. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.
77. Пашкова Г.И., Кузьминых А.Н. Влияние сроков и доз внесения азота на урожайность яровой пшеницы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 2 (6). – С. 41-44.
78. Петрова С.А., Друзьянова В.П., Охлопкова М.К. Стабилизация анаэробного сбраживания отходов животноводства в условиях низких температур окружающей среды // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – №6 (372). – С. 36-38
79. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. М.: КолосС, - 2004. – 312 с.
80. Поддубная О.В., Симанков О.В. Влияние различных доз органических и минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы. //Главный агроном. -2018. - № 4.- С.23-25.
81. Разина А.А., Дятлова О.Г. Влияние фунгицидов и агрохимикатов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Агрохимический вестник. – 2018. – №4. – С. 67-70.
82. Рассолов С.Н., Багно О.А., Беспоместных К.В. Биологический способ утилизации свиного навоза // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 11. – С. 220-224.
- 82а. «РД-АПК 1.10.15.02-17 Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета», М.-2017.

83. Рязанов А.В. Экология поверхностных вод Тамбовской области / А.В. Рязанов, А.Н. Завершинский, А.Н. Можаров – Тамбов, ТГУ имени Г.Р. Державина, 2010. - 147 с.
84. Рязанов А.В., Можаров А.В., Завершинский А.Н. Анализ экологических последствий развития животноводства на территории Тамбовской области // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 6-2 (60). – С. 127-129.
85. Свиначев И.Ю., Михайлова И.Н. Экологические аспекты хранения свиного навоза // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 1147-1156.
86. Сычев В.Г., Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А., Новоселов С.И., Комелин А.М. Эффективность внутрипочвенного внесения органических удобрений // Плодородие. – 2021.- №4(121). –С. 33-36.
87. Сычев В.Г. Тенденция изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России.// М.: ЦИНАО, 2000. – 187 с.
88. Сухих С.А., Балужева Н.П., Шурыгин К.В., Асланова А.Ф. Влияние органических и минеральных удобрений на качество зерна пшеницы. // Главный агроном. – 2020. - №6. - С.12-14.
89. Соколов А.В. Агрохимические методы исследования почв. М.:Наука, 1975.- 656 с.
90. Соловьева Ю.А., Харкевич Л.П., Шаповалов В.Ф. Влияние стоков свиного комплекса на свойства чернозема типичного // Плодородие. – 2019. – №2. – С. 54-56.
91. Тарасов С.И., Мерзлая Г.Е, Максимова А.С. Актуальные направления исследований по экологически безопасному использованию бесподстилочного навоза. Сообщение 1. Актуальные вопросы нормативного регулирования обращения с бесподстилочным навозом // Плодородие. – 2018. – № 5 (104). – С. 39-41.

92. Тарасов С.И., Кравченко М.Е., Бужина Т.А., Архипченко И.А. Влияние длительного регулярного применения бесподстилочного навоза в интенсивном режиме на урожайность и качество костреца безостого // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 3 (39). – С. 79-88.
93. Тарасов С.И., Архипченко И.А. Влияние интенсивного применения органических удобрений на плодородие почв в хозяйствах индустриального животноводства.// Вестник ВНИИМЖ. – 2017.- №(27).- С. 169-176.
94. Тарасов С.И., Кравченко М.Е., Бужина Т.А.. Влияние длительного применения минеральных удобрений, различных доз бесподстилочного навоза на биологические свойства дерново-подзолистой почвы.// Московский экономический журнал. – 2018.- №2.- С. 23-35.
95. Тиво П.Ф., Крутько С.М. Приемы улучшения экологической ситуации в зоне крупных свинокомплексов // Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения. – 2011. – Т.3. – С. 32-37.
96. П.Ф. Тиво и др. Состояние и концепция использования животноводческих стоков / Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ БелНИИМиЛ, Том XLVIII. – Минск, 2001. – С. 257-269.
97. Титова В.И. Агроэкология: учебное пособие // Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2018. – 208 с.
98. Титова В.И., Варламова Л.Д., Рыбин Р.Н., Андропова Т.В. Влияние жидкого свиного навоза на урожайность пшеницы, содержание и баланс питания в светло-серой лесной почве легкого гранулометрического состава. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019.- № 5(20) .-С.456-466.
99. Титова В.И., Варламова Л.Д., Рыбин Р.Н., Андропова Т.В. Влияние свиного навоза на агроэкологическую характеристику светло-серой

- лес-ной почвы // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 3 (27). – С. 79-86.
100. Титова В. И. Агроэкология промышленного свинопроизводства / В. И. Титова, Р. Н. Рыбин // М.: Изд-во «Сельскохозяйственные технологии», 2020. – 172 с
101. Титова В.И., Рыбин Р.Н. (а) Отходы современного животноводства как фактор рационального природопользования / Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. научн. тр. XXI Международ. науч-но-практ. конф: апрель-сентябрь 2020 г., Т.2. М.: РУДН, 2020. С. 223-227.
102. Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Злыднева Р.М. Производство и использование органических удобрений // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № S2. – С. 120-131.
103. Тютюнов С.И., Соловиченко В.Д., Навольнева Е.В. Использование свиных стоков в качестве органических удобрений // Международный научно-исследовательский журнал. Сельскохозяйственные науки. Выпуск ноябрь 2015. Режим доступа: <https://research-journal.org/agriculture/ispolzovanie-zhivotnovodcheskix-otxodov-v-kachestve-organicheskix-udobrenij/>
104. Успенский И.А., Юхин И.А., Лимаренко Н.В. Анализ способов разделение бесподстилочного навоза на твёрдую и жидкую фракцию/// Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: материалы Национальной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева».- 2019. – С. 203-208
105. Цуркан М.А. Агрехимические основы применения органических удобрений // Кишинев: Штиинца, 1985. — 287 с.

106. Чекмарёв П.А., Родионов В.Я., Лукин С.В. Опыт использования органических удобрений в Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - №2. – С. 3-5.
107. Шкарда М. Производство и применение органических удобрений. // Москва. Агропромиздат. 1985 г. С. 17)
108. Шарнин В.Н., Чинаров В.И. Роль свиноводства в формировании внутреннего рынка мяса.// Свиноводство . – 2023.- №2. – С.4-6
109. Шафринский Ю.С. Свидетельство на стандартный образец дерново-подзолистой почвы САДПП-01 № 1364-78. – Москва. 1978 г.
110. Шафринский Ю.С. Свидетельство на стандартный образец состава зерна пшеницы СБМП-01 № 1484-78. – Москва. 1978 г.
111. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П., Влияние удобрений и способа их заделки на баланс органического вещества почвы при возделывании озимой пшеницы в условиях Верхневолжья Динамика содержания органического вещества при освоении выбывших из оборота малопродуктивных мелиоративных земель в зависимости от системы удобрения и предшественников. Плодородие.- 2024.- №1.– С.32-36.
112. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Попова Н.П., Динамика содержания органического вещества при освоении выбывших из оборота малопродуктивных мелиоративных земель в зависимости от системы удобрения и предшественников Плодородие.- 2019.- №6.–С.6-10.
113. Щербина Н.И., Филиппов А.В. Оптимизация применения свиного бесподстилочного навоза при выращивании яровой пшеницы на лугово-черноземной почве // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 3 (10). – С. 1-9.
114. Шишов А.Д., Николаева Т.А., Гришанов С.Л. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы при применении бесподстилочного свиного навоза. Плодородие.- 2010.- № 4. – С. 33-34.

115. Шуравилин А.В., Сухов Д.А., Пивень Е.А. Влияние многолетнего внесения животноводческих стоков на плодородие дерново-подзолистых почв // *Агро XXI*. – 2007. – № 4-6. – С. 53-55.
116. Шубин А.С., Береснева Т.П., Сырчина Н.В. Использование свиного навоза для производства органоминеральных удобрений // *Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 13–14 апреля 2017 года.* – Киров: Вятский государственный университет.- 2017. – С. 234-236.
117. Ягодин Б.А. Практикум по агрохимии : учебное пособие для студентов вузов / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков.- М. : Агропромиздат, 1987. – 512с.
118. Aziz I., Ashraf M., Mahmood T., Islam K.R. Crop rotation impact on soil quality // *Pakistan J. Bot.* 2011. V. 43. I. 2. P. 949-960.
119. Bing Zang, Shuyan Li, Frederick C.Michel, Guoxue Li, Difang Zhang, Yangyang Li. Control of dimethyl sulfide and dimethyl disulfide odors during pig manure composting using nitrogen amendment // *Bioresource Technology*. – 2017. – V. 224. – P. 419-427.
120. Burton C. H. Manure Management. I- reatment Strategies for Sustainable Agriculture / C.H. Burton, C. Turner. – Silsoe research institute 2003. WrestPark. Silsoe. Bedford. UK – 217 p.
121. Cerny J., Balik J., Kulhanek M., Nedved V. The changes in microdial biomass C and N in long-term field experiments // *Plant Soil Environ.* 2008. V. 54(5). P. 212-218
122. Irshad Muhammad, Saleem Asma, Faridullah, Hassan Amjad, Pervez Arshid and Eneji A. Egrinya. Phosphorus solubility and bioavailability from poultry litter supplemented with gypsum and lime // *Canadian Journal of SoilScience*. – 2012. – Vol.92. - 6. - Pg 893-900.
123. Michael J.Hansen, Claus L.Pedersen, Louise H.Søgaard Jensen, Lise B.Guldberg, AndersFeilberg, Lars P.Nielsen. Removal of hydrogen sul-

- phide from pig house using biofilter with fungi // *Biosystems Engineering*. – 2018. – V. 167. – P. 32-39.
124. Walle F.B. *Agriculture and the Environment: Minerals, Manure and Measures*. Berlin, 2012.
125. Novoselov S.I. Influence of silicon nanoparticles on the molecular processes of nitrogen fixation of legumes / S.I. Novoselov, A.N. Kuzminykh, I.P. Eliseev, L.G. Shashkarov // *Перспективы развития аграрных наук: AgroScience-2022: материалы Междунар.науч.-практ. конф. (г. Чебоксары, 12 апреля 2022 г.)*. – Чебоксары: ФГБОУ ВО «Чувашский ГАУ», 2022. – С. 20. ISBN 978-5-7677-3479-4.
126. Genrietta E. Merzlaya, Michael O. Smirnov, Sergei I. Novoselov, and Alexey M. Komelin. *Innovative Technologies of Bio-Based Fertilizers for a Sustainable Future. Bioresources and Bioprocess in Biotechnology for a Sustainable Future*. Leonardo Sepúlveda Torre, Juan Carlos Contreras-Esquivel, Ann Rose Abraham, & A. K. Haghi (Eds.) © 2024 Apple Academic Press, Inc. Co-published with CRC Press (Taylor & Francis) C. 125-136.
127. Genrietta E. Merzlaya, K. D. Lazareva, T. E. Mantseva, Michael O. Smirnov, and Sergei I. Novoselov. *Innovative Technologies of Bio-Based Fertilizers for a Sustainable Future. Bioresources and Bioprocess in Biotechnology for a Sustainable Future*. Leonardo Sepúlveda Torre, Juan Carlos Contreras-Esquivel, Ann Rose Abraham, & A. K. Haghi (Eds.) © 2024 Apple Academic Press, Inc. Co-published with CRC Press (Taylor & Francis) C 53-66.

Приложение 1

Дисперсионный анализ урожайных данных.

Озимая пшеница 2019, т/га

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	3.300	3.030	3.240	9.570	3.190
2		2	4.210	4.000	4.100	12.310	4.103
3		3	3.840	3.640	3.700	11.180	3.727
4	1	4	4.970	4.710	4.810	14.490	4.830
5		5	4.640	4.500	4.610	13.750	4.583
6		6	4.400	4.750	4.530	13.680	4.560
7		7	4.320	4.200	4.050	12.570	4.190
8		1	3.870	3.690	3.870	11.430	3.810
9		2	5.110	4.880	5.040	15.030	5.010
10		3	4.810	4.500	4.520	13.830	4.610
11	2	4	5.300	5.220	5.240	15.760	5.253
12		5	5.190	4.950	5.100	15.240	5.080
13		6	5.310	5.150	5.170	15.630	5.210
14		7	5.080	4.880	5.000	14.960	4.987
СУММА			64.350	62.100	62.980	189.430	4.510
СРЕДНИЕ			4.596	4.436	4.499		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	15.642	41	0.382	—	—
ВАРИАНТОВ	15.236	13	1.172	137.22	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	0.184	2	0.092	10.75	3.40
ОШИБКИ	0.222	26	0.009	—	—
ФАКТОРА : А	4.889	1	4.889	786.48	18.51
ОШИБКИ 1	0.012	2	0.006	—	—
ФАКТОРА : В	10.031	6	1.672	191.41	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	0.315	6	0.053	6.02	2.49
ОШИБКИ 2	0.210	24	0.009	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.046	0.064	0.277	6.138
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.054	0.076	0.157	3.485
ФАКТОРА : А	0.017	0.024	0.105	2.320
ФАКТОРА : В	0.038	0.054	0.111	2.465

Приложение 2

Дисперсионный анализ урожайных данных.

Озимая пшеница 2020, т/га

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	2.290	2.240	2.300	6.830	2.277
2		2	3.060	2.980	2.750	8.790	2.930
3		3	2.820	2.740	2.630	8.190	2.730
4	1	4	3.710	3.690	3.450	10.850	3.617
5		5	3.520	3.480	3.260	10.260	3.420
6		6	3.890	3.860	3.650	11.400	3.800
7		7	3.440	3.380	3.140	9.960	3.320
8		1	2.690	2.610	2.440	7.740	2.580
9		2	3.380	3.340	3.180	9.900	3.300
10		3	3.060	2.900	3.010	8.970	2.990
11	2	4	4.120	4.060	3.850	12.030	4.010
12		5	3.710	3.660	3.490	10.860	3.620
13		6	4.380	4.290	4.080	12.750	4.250
14		7	3.480	3.710	3.700	10.890	3.630
СУММА			47.550	46.940	44.930	139.420	3.320
СРЕДНИЕ			3.396	3.353	3.209		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	12.758	41	0.311	—	—
ВАРИАНТОВ	12.303	13	0.946	132.55	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	0.268	2	0.134	18.80	3.40
ОШИБКИ	0.186	26	0.007	—	—
ФАКТОРА : А	1.120	1	1.120	248.07	18.51
ОШИБКИ 1	0.009	2	0.005	—	—
ФАКТОРА : В	11.119	6	1.853	251.83	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	0.064	6	0.011	1.46	2.49
ОШИБКИ 2	0.177	24	0.007	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.039	0.055	0.236	7.108
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.050	0.070	0.144	4.347
ФАКТОРА : А	0.015	0.021	0.089	2.687
ФАКТОРА : В	0.035	0.050	0.102	3.073

Приложение 3
Дисперсионный анализ урожайных данных.

Озимая пшеница 2022, т/га

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	2.240	2.200	2.200	6.640	2.213
2		2	3.510	3.430	3.450	10.390	3.463
3		3	3.390	3.020	3.250	9.660	3.220
4	1	4	3.900	3.700	3.850	11.450	3.817
5		5	3.590	3.380	3.420	10.390	3.463
6		6	4.100	3.980	3.880	11.960	3.987
7		7	3.930	3.830	3.820	11.580	3.860
8		1	3.100	2.780	2.850	8.730	2.910
9		2	4.200	3.980	4.180	12.360	4.120
10		3	4.050	3.730	3.980	11.760	3.920
11	2	4	4.440	4.300	4.400	13.140	4.380
12		5	4.420	4.100	4.080	12.600	4.200
13		6	4.600	4.400	4.340	13.340	4.447
14		7	4.250	4.150	4.170	12.570	4.190
СУММА			53.720	50.980	51.870	156.570	3.728
СРЕДНИЕ			3.837	3.641	3.705		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА. (РАСЩЕПЛЕННЫЕ ДЕЛЯНКИ).

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	15.487	41	0.378	—	—
ВАРИАНТОВ	15.066	13	1.159	212.05	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	0.279	2	0.140	25.53	3.40
ОШИБКИ	0.142	26	0.005	—	—
ФАКТОРА : А	3.679	1	3.679	822.27	18.51
ОШИБКИ 1	0.009	2	0.004	—	—
ФАКТОРА : В	11.185	6	1.864	336.02	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	0.202	6	0.034	6.07	2.49
ОШИБКИ 2	0.133	24	0.006	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ. (РАСЩЕПЛЕННЫЕ ДЕЛЯНКИ).

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.039	0.055	0.235	6.299
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.043	0.061	0.125	3.361
ФАКТОРА : А	0.015	0.021	0.089	2.381
ФАКТОРА : В	0.030	0.043	0.089	2.376

Приложение 4.

Урожайность соломы озимой пшеницы, т/га

Подкормка (А)	Доза и способ внесения жидкого навоза (В)	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	6,38	4,54	4,42	5,11
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	8,20	5,86	6,92	7,00
	60 м ³ /га, поверхностно	7,44	5,46	6,44	6,45
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	9,66	7,22	7,62	8,16
	90 м ³ /га, поверхностно	9,16	6,84	6,92	7,64
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	9,12	7,60	7,96	8,22
	120 м ³ /га, поверхностно	8,38	6,64	7,72	7,58
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	7,02	5,16	5,82	6,00
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	10,00	6,60	8,24	8,28
	60 м ³ /га, поверхностно	9,22	5,98	7,84	7,68
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	10,50	8,02	8,76	9,09
	90 м ³ /га, поверхностно	10,16	7,24	8,40	8,60
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	10,42	8,50	8,88	9,26
	120 м ³ /га, поверхностно	9,96	7,26	9,82	9,01

Приложение 5

Дисперсионный анализ содержания сырого протеина, 2019 г, %

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1	1	1	12.200	12.900	12.400	37.500	12.500
2		2	13.300	14.100	14.000	41.400	13.800
3		3	13.800	13.200	13.200	40.200	13.400
4		4	13.400	13.900	14.400	41.700	13.900
5		5	14.100	14.000	14.200	42.300	14.100
6		6	14.600	14.800	14.700	44.100	14.700
7		7	14.200	14.600	14.500	43.300	14.433
8	2	1	11.700	12.200	11.500	35.400	11.800
9		2	14.400	14.100	13.500	42.000	14.000
10		3	13.900	13.400	14.100	41.400	13.800
11		4	16.500	16.900	16.100	49.500	16.500
12		5	16.400	15.900	15.700	48.000	16.000
13		6	17.000	16.900	16.500	54.700	16.803
14		7	16.300	16.800	16.400	49.500	16.500
СУММА			207.600	215.600	211.200	634.400	15.105
СРЕДНИЕ			14.829	15.400	15.086		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	166.319	41	4.057	—	—
ВАРИАНТОВ	163.326	13	12.564	466.64	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	2.293	2	1.147	42.59	3.40
ОШИБКИ	0.700	26	0.027	—	—
ФАКТОРА : А	57.634	1	57.634	5043.00	18.51
ОШИБКИ 1	0.023	2	0.011	—	—
ФАКТОРА : В	75.022	6	12.504	443.17	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	30.669	6	5.112	181.17	2.49
ОШИБКИ 2	0.677	24	0.028	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.062	0.087	0.375	2.485
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.097	0.137	0.283	1.870
ФАКТОРА : А	0.023	0.033	0.142	0.939
ФАКТОРА : В	0.069	0.097	0.200	1.323

Приложение 6

Дисперсионный анализ содержания сырого протеина, 2020 г, %

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	9.600	9.900	9.900	29.400	9.700
2		2	12.500	12.900	12.700	38.100	12.700
3		3	12.400	12.500	12.600	37.500	12.400
4	1	4	11.800	12.000	11.900	35.700	11.900
5		5	11.500	11.600	12.000	35.100	11.700
6		6	10.500	11.000	11.200	32.700	10.900
7		7	10.200	10.700	10.600	31.500	10.500
8		1	10.300	10.700	10.800	31.800	10.600
9		2	12.500	11.800	11.700	36.000	12.000
10		3	12.400	12.900	13.100	38.400	12.800
11	2	4	10.600	10.600	10.300	31.500	10.500
12		5	9.300	9.500	9.700	28.500	9.500
13		6	11.600	12.100	12.300	36.000	12.000
14		7	11.100	11.600	11.700	34.400	11.467
СУММА			157.300	162.100	163.200	482.600	11.490
СРЕДНИЕ			11.236	11.579	11.657		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	43.816	41	1.069	—	—
ВАРИАНТОВ	41.670	13	3.205	112.55	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	1.406	2	0.703	24.69	3.40
ОШИБКИ	0.740	26	0.028	—	—
ФАКТОРА : А	0.161	1	0.161	7.43	18.51
ОШИБКИ 1	0.043	2	0.022	—	—
ФАКТОРА : В	32.123	6	5.354	184.31	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	9.386	6	1.564	53.85	2.49
ОШИБКИ 2	0.697	24	0.029	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.085	0.120	0.517	4.498
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.098	0.139	0.287	2.495
ФАКТОРА : А	0.032	0.045	0.195	1.700
ФАКТОРА : В	0.070	0.098	0.203	1.764

Приложение 7

Дисперсионный анализ содержания сырого протеина, 2022 г, %

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1	1	1	6.400	6.900	6.800	20.100	6.700
2		2	6.600	7.100	7.000	20.700	6.900
3		3	6.700	7.000	7.000	20.700	6.900
4		4	10.100	10.600	10.500	31.200	10.400
5		5	9.900	10.400	10.300	30.600	10.200
6		6	10.900	11.000	10.500	32.400	10.800
7		7	10.700	10.900	10.200	31.800	10.600
8	2	1	12.400	12.700	12.400	37.500	12.500
9		2	11.300	12.000	11.500	34.800	11.600
10		3	10.300	10.200	11.000	31.500	10.500
11		4	11.900	12.000	11.800	35.700	11.900
12		5	11.500	11.800	11.500	34.800	11.600
13		6	11.700	11.500	11.600	34.800	11.600
14		7	11.500	11.800	11.800	35.100	11.700
СУММА			141.900	145.900	143.900	431.700	10.279
СРЕДНИЕ			10.136	10.421	10.279		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	154.591	41	3.771	—	—
ВАРИАНТОВ	152.711	13	11.747	233.40	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	0.571	2	0.286	5.68	3.40
ОШИБКИ	1.309	26	0.050	—	—
ФАКТОРА : А	76.545	1	76.545	2232.56	18.51
ОШИБКИ 1	0.069	2	0.034	—	—
ФАКТОРА : В	40.586	6	6.764	130.92	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	35.580	6	5.930	114.77	2.49
ОШИБКИ 2	1.240	24	0.052	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.107	0.151	0.650	6.325
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.131	0.186	0.382	3.720
ФАКТОРА : А	0.040	0.057	0.246	2.391
ФАКТОРА : В	0.093	0.131	0.270	2.630

Приложение 8

Дисперсионный анализ массы 1000 зерен, г, 2019г

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	53.000	54.000	53.000	160.000	53.333
2		2	46.000	45.000	46.000	137.000	45.667
3		3	49.000	50.000	51.000	150.000	50.000
4	1	4	49.000	51.000	50.000	150.000	50.000
5		5	51.000	51.000	52.000	154.000	51.333
6		6	48.000	48.000	46.000	142.000	47.333
7		7	48.000	48.000	49.000	145.000	48.333
8		1	54.000	54.000	55.000	163.000	54.333
9		2	51.000	53.000	52.000	156.000	52.000
10		3	50.000	52.000	50.000	152.000	50.667
11	2	4	53.000	51.000	52.000	156.000	52.000
12		5	48.000	51.000	50.000	149.000	49.667
13		6	50.000	49.000	49.000	148.000	49.333
14		7	53.000	53.000	52.000	158.000	52.667
СУММА			703.000	710.000	707.000	2120.000	50.476
СРЕДНИЕ			50.214	50.714	50.500		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	242.476	41	5.914	—	—
ВАРИАНТОВ	219.810	13	16.908	21.03	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	1.762	2	0.881	1.10	3.40
ОШИБКИ	20.905	26	0.804	—	—
ФАКТОРА : А	46.095	1	46.095	276.57	18.51
ОШИБКИ 1	0.333	2	0.167	—	—
ФАКТОРА : В	113.143	6	18.857	22.00	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	60.571	6	10.095	11.78	2.49
ОШИБКИ 2	20.571	24	0.857	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.236	0.333	1.433	2.840
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.535	0.756	1.557	3.085
ФАКТОРА : А	0.089	0.126	0.542	1.073
ФАКТОРА : В	0.378	0.535	1.101	2.181

Приложение 9

Дисперсионный анализ массы 1000 зерен, г, 2020г

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	41.600	42.500	41.900	126.000	42.000
2		2	41.100	42.300	42.900	126.300	42.100
3		3	41.200	42.400	42.700	126.300	42.100
4	1	4	40.400	40.200	41.800	122.400	40.800
5		5	41.200	40.100	40.200	121.500	40.500
6		6	40.100	41.100	40.300	121.500	40.500
7		7	39.800	43.300	42.600	125.700	41.900
8		1	42.000	43.100	42.700	127.800	42.600
9		2	41.800	43.400	43.200	128.400	42.800
10		3	42.400	44.000	42.300	128.700	42.900
11	2	4	41.000	42.700	42.000	125.700	41.900
12		5	41.300	42.100	41.600	125.000	41.667
13		6	40.900	42.300	42.200	125.400	41.800
14		7	41.600	42.200	42.200	126.000	42.000
СУММА			576.400	591.700	588.600	1756.700	41.826
СРЕДНИЕ			41.171	42.264	42.043		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	42.801	41	1.044	—	—
ВАРИАНТОВ	22.555	13	1.735	4.14	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	9.346	2	4.673	11.15	3.40
ОШИБКИ	10.900	26	0.419	—	—
ФАКТОРА : А	7.126	1	7.126	23.62	18.51
ОШИБКИ 1	0.603	2	0.302	—	—
ФАКТОРА : В	13.913	6	2.319	5.40	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	1.516	6	0.253	0.59	2.49
ОШИБКИ 2	10.297	24	0.429	—	—

3.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.317	0.448	1.928	4.610
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.378	0.535	1.102	2.634
ФАКТОРА : А	0.120	0.169	0.729	1.743
ФАКТОРА : В	0.267	0.378	0.779	1.863

Приложение 10

Дисперсионный анализ массы 1000 зерен, г, 2022г

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	43.000	42.000	43.900	128.900	42.967
2		2	44.600	46.700	46.200	137.500	45.833
3		3	43.000	43.500	45.500	132.000	44.000
4	1	4	45.900	45.900	47.400	139.200	46.400
5		5	41.700	42.500	43.400	127.600	42.533
6		6	45.000	45.900	46.300	137.200	45.733
7		7	44.400	45.700	45.200	135.300	45.100
8		1	47.800	45.100	48.100	141.000	47.000
9		2	48.500	46.900	48.600	144.000	48.000
10		3	45.900	45.500	46.400	137.800	45.933
11	2	4	48.400	48.600	49.400	146.400	48.800
12		5	48.800	49.000	47.200	145.000	48.333
13		6	45.100	47.600	46.000	138.700	46.233
14		7	43.800	49.000	47.200	140.000	46.667
СУММА			635.900	643.900	650.800	1930.600	45.967
СРЕДНИЕ			45.421	45.993	46.486		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	174.933	41	4.267	—	—
ВАРИАНТОВ	135.180	13	10.398	8.50	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	7.943	2	3.972	3.25	3.40
ОШИБКИ	31.810	26	1.223	—	—
ФАКТОРА : А	72.549	1	72.549	112.48	18.51
ОШИБКИ 1	1.290	2	0.645	—	—
ФАКТОРА : В	34.973	6	5.829	4.58	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	27.658	6	4.610	3.62	2.49
ОШИБКИ 2	30.520	24	1.272	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.464	0.656	2.820	6.134
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	0.651	0.921	1.897	4.126
ФАКТОРА : А	0.175	0.248	1.066	2.319
ФАКТОРА : В	0.460	0.651	1.341	2.918

Приложение 11

Дисперсионный анализ.
Натура, г/л, 2019 г.

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	820.000	821.000	842.000	2483.000	827.667
2		2	828.000	818.000	832.000	2478.000	826.000
3		3	820.000	818.000	840.000	2478.000	826.000
4	1	4	829.000	830.000	822.000	2481.000	827.000
5		5	830.000	821.000	831.000	2482.000	827.333
6		6	827.000	821.000	831.000	2479.000	826.333
7		7	830.000	821.000	830.000	2481.000	827.000
8		1	823.000	842.000	844.000	2509.000	836.333
9		2	835.000	843.000	840.000	2518.000	839.333
10		3	837.000	834.000	837.000	2508.000	836.000
11	2	4	838.000	827.000	839.000	2504.000	834.667
12		5	830.000	822.000	831.000	2483.000	827.667
13		6	836.000	802.000	847.000	2485.000	828.333
14		7	830.000	821.000	829.000	2480.000	826.667
СУММА			11613.000	11541.000	11695.000	34849.000	829.738
СРЕДНИЕ			829.500	824.357	835.357		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	3344.119	41	81.564	—	—
ВАРИАНТОВ	838.119	13	64.471	1.01	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	848.190	2	424.095	6.65	3.40
ОШИБКИ	1657.810	26	63.762	—	—
ФАКТОРА : А	372.024	1	372.024	558.04	18.51
ОШИБКИ 1	1.333	2	0.667	—	—
ФАКТОРА : В	214.286	6	35.714	0.52	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	251.810	6	41.968	0.61	2.49
ОШИБКИ 2	1656.476	24	69.020	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	0.471	0.667	2.867	0.345
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	4.797	6.783	13.974	1.684
ФАКТОРА : А	0.178	0.252	1.083	0.131
ФАКТОРА : В	3.392	4.797	9.881	1.191

Приложение 12

Дисперсионный анализ.
Натура, г/л, 2020 г.

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1	1	1	790.000	780.000	777.000	2347.000	782.333
2		2	782.000	772.000	780.000	2334.000	778.000
3		3	771.000	775.000	791.000	2337.000	779.000
4		4	782.000	775.000	771.000	2328.000	776.000
5		5	776.000	780.000	776.000	2332.000	777.333
6		6	774.000	780.000	771.000	2325.000	775.000
7		7	770.000	784.000	780.000	2334.000	778.000
8	2	1	780.000	767.000	784.000	2331.000	777.000
9		2	773.000	760.000	770.000	2303.000	767.667
10		3	754.000	777.000	760.000	2291.000	763.667
11		4	773.000	764.000	760.000	2297.000	765.667
12		5	780.000	764.000	760.000	2304.000	768.000
13		6	760.000	780.000	760.000	2300.000	766.667
14		7	769.000	780.000	765.000	2314.000	771.333
СУММА			10834.000	10838.000	10805.000	32477.000	773.262
СРЕДНИЕ			773.857	774.143	771.786		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	3198.119	41	78.003	—	—
ВАРИАНТОВ	1371.452	13	105.496	1.54	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	46.333	2	23.167	0.34	3.40
ОШИБКИ	1780.333	26	68.474	—	—
ФАКТОРА : А	924.024	1	924.024	37.79	18.51
ОШИБКИ 1	48.905	2	24.452	—	—
ФАКТОРА : В	354.286	6	59.048	0.82	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	93.143	6	15.524	0.22	2.49
ОШИБКИ 2	1731.429	24	72.143	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	2.855	4.038	17.361	2.245
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	4.904	6.935	14.286	1.848
ФАКТОРА : А	1.079	1.526	6.562	0.849
ФАКТОРА : В	3.468	4.904	10.102	1.306

Приложение 13

Дисперсионный анализ.

Натура, г/л, 2022 г

N СТР	ФАКТ.		ПОВТОРЕНИЯ			СУММА	СРЕДНИЕ
	А	В	1	2	3		
1		1	776.000	776.000	774.000	2326.000	775.333
2		2	780.000	779.000	779.000	2338.000	779.333
3		3	773.000	775.000	765.000	2313.000	771.000
4	1	4	776.000	781.000	770.000	2327.000	775.667
5		5	770.000	769.000	770.000	2309.000	769.667
6		6	779.000	774.000	773.000	2326.000	775.333
7		7	773.000	778.000	765.000	2316.000	772.000
8		1	771.000	772.000	776.000	2319.000	773.000
9		2	786.000	772.000	779.000	2337.000	779.000
10		3	776.000	774.000	772.000	2322.000	774.000
11	2	4	786.000	784.000	772.000	2342.000	780.667
12		5	778.000	770.000	760.000	2308.000	769.333
13		6	776.000	778.000	768.000	2322.000	774.000
14		7	773.000	776.000	775.000	2324.000	774.667
СУММА			10873.000	10858.000	10798.000	32529.000	774.500
СРЕДНИЕ			776.643	775.571	771.286		

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.

ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	КОЭФФИЦ. ФИШЕРА	
				F-расч.	F-таб.
ОБЩАЯ	1152.500	41	28.110	—	—
ВАРИАНТОВ	467.167	13	35.936	2.03	2.15
ПОВТОРЕНИЙ	225.000	2	112.500	6.35	3.40
ОШИБКИ	460.333	26	17.705	—	—
ФАКТОРА : А	8.595	1	8.595	0.77	18.51
ОШИБКИ 1	22.333	2	11.167	—	—
ФАКТОРА : В	394.333	6	65.722	3.60	2.49
ФАКТОРОВ : АВ	64.238	6	10.706	0.59	2.49
ОШИБКИ 2	438.000	24	18.250	—	—

3. ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ	SX	SD	НСР	НСР%
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 1	1.929	2.728	11.732	1.515
ЧАСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ 2	2.466	3.488	7.185	0.928
ФАКТОРА : А	0.729	1.031	4.434	0.573
ФАКТОРА : В	1.744	2.466	5.081	0.656

Приложение 14

Вынос азота на формирование 1т зерна озимой пшеницы, кг/т

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	24,0	28,1	25,5	25,5
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	28,3	34,3	22,0	27,9
	60 м ³ /га, поверхностно	26,8	33,4	21,7	27,0
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	29,2	35,3	28,3	30,7
	90 м ³ /га, поверхностно	30,5	35	29,8	31,6
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	36,8	29,8	31,8	33,1
	120 м ³ /га, поверхностно	35,8	28,7	35,1	33,5
Подкормка жидким органическим удобрением, 20 м ³ /га	Без удобрений	22,8	28,6	33,2	28,3
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	32,0	31,1	30,6	31,3
	60 м ³ /га, поверхностно	31,0	35,2	28,6	31,3
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	37,0	30,4	33,6	34,3
	90 м ³ /га, поверхностно	36,9	26,7	31,8	32,1
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	39,2	30,7	34,1	34,7
	120 м ³ /га, поверхностно	37,7	29,4	31,5	33,3

Приложение 15

Вынос фосфора на формирование 1т зерна озимой пшеницы, кг/т

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	11,1	12,2	13,0	12,1
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	12,0	11,2	13,0	12,1
	60 м ³ /га, поверхностно	13,0	11,0	11,5	12,0
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	11,4	11,2	14,1	12,2
	90 м ³ /га, поверхностно	12,3	-	12,6	12,4
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	12,9	11,2	14,2	12,8
	120 м ³ /га, поверхностно	12,7	11,7	13,9	12,8
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	14,9	12,2	13,9	13,2
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	14,3	11,0	14,8	13,6
	60 м ³ /га, поверхностно	12,4	11,3	13,0	12,2
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	15,0	11,8	13,4	13,6
	90 м ³ /га, поверхностно	13,7	11,0	12,7	12,6
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	14,5	10,5	13,3	12,9
	120 м ³ /га, поверхностно	14,3	11,5	13,6	13,3

Приложение 16

Вынос калия на формирование 1т зерна озимой пшеницы, кг/т

Подкормка	Доза и способ внесения жидкого навоза	2019 г.	2020 г.	2022 г.	В среднем
Без подкормки	Без удобрений	20,9	29,3	22,4	23,8
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	24,1	38,3	27,8	29,3
	60 м ³ /га, поверхностно	21,1	33,2	26,4	26,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	21,3	35,5	25,2	27,8
	90 м ³ /га, поверхностно	25,4	46,2	23,5	31,0
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	22,2	24,3	26,0	24,6
	120 м ³ /га, поверхностно	28,8	30,8	33,4	30,9
Подкормка жидким навозом, 20 м ³ /га	Без удобрений	23,2	27,5	30,3	25,9
	60 м ³ /га, внутрипочвенно	31,3	38,1	18,3	28,8
	60 м ³ /га, поверхностно	32,5	39,5	26,8	32,4
	90 м ³ /га, внутрипочвенно	32,8	37,7	32,6	34,2
	90 м ³ /га, поверхностно	34,5	35,3	36,4	35,3
	120 м ³ /га, внутрипочвенно	33,6	31,0	27,8	31,0
	120 м ³ /га, поверхностно	32,6	33,2	29,0	31,5

Приложение 17

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
научно- исследовательской работы

Наименование научно-технической разработки: «Выращивание озимой пшеницы с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения».

Каким научным учреждением предложена разработка к внедрению:

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»

В каком хозяйстве проводилось внедрение: АО ПЗ «Шойбулакский» 425210

Республика Марий Эл, Медведевский район, с. Шойбулак, ул. Мира дом 15

Календарные сроки внедрения: 2023 г. на площади 1610 га.

Экономический эффект от внедрения научно-технической разработки:

Выращивание озимой пшеницы с внутрипочвенным внесением жидкого органического удобрения в дозе 90 т/га до посева и подкормки 20 т/га обеспечило получение дополнительной прибыли от внедрения 16 905,0 тыс. рублей.

Заместитель директора по экономике «Шойбулакский»
Начальник цеха растениеводства АО ПЗ «Шойбулакский» Владимирова
Н.В.
Ответственный за внедрение Горохов



Приложение 18

Структура урожая озимой пшеницы

Доза и способ внесения жид- кого навоза	Количество продуктивных стеблей, шт/м ² .			Количество зерен в коло- се, шт.			Масса зерна с колоса, г		
	2019	2020	2022	2019	2020	2022	2019	2020	2022
Без подкормки									
Без удобрений	310	265	315	22	19	16	1,03	0,87	0,71
60 м ³ /га, внутрипоч- венно	399	320	361	24	24	21	1,13	0,93	0,97
60 м ³ /га, поверхностно	351	315	320	23	20	23	1,07	0,88	1,02
90 м ³ /га, внутрипоч- венно	420	355	385	24	23	22	1,15	1,03	1,00
90 м ³ /га, поверхностно	406	410	367	24	23	22	1,14	0,85	0,95
120 м ³ /га, внутрипоч- венно	375	305	453	23	36	19	1,27	1,33	0,88
120 м ³ /га, поверхностно	345	398	348	25	22	25	1,30	0,85	1,12
С подкормкой									
Без удобрений	312	309	298	20	19	21	1,16	0,85	0,99
60 м ³ /га, внутрипоч- венно	431	285	345	26	21	25	1,18	1,22	1,20
60 м ³ /га, поверхностно	365	410	338	26	21	25	1,30	0,73	1,18
90 м ³ /га, внутрипоч- венно	439	310	392	25	27	23	1,24	1,34	1,14
90 м ³ /га, поверхностно	415	302	364	24	24	24	1,24	1,22	1,17
120 м ³ /га, внутрипоч- венно	375	331	374	27	26	26	1,45	1,32	1,22
120 м ³ /га, поверхностно	369	292	409	27	26	26	1,36	1,28	1,20

Приложение 19

Взятие почвы.



Приложение 20

Взятие навесок растений для анализа.



Приложение 21



Машина для внесения жидких органических удобрений МЖУ-20-1.

Приложение 22



Приложение 23



Приложение 24



Приложение 25

Униформа
 Директор АО "Генерал-Шойбулевский"
 Кошкин А.М.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура оз.пашенца
 Сорт 1001га
 Плотная уборка 100 га

Норма высева семян, ц/га 2,5

Производство продукции	Урожайность, ц/га	Валовый сбор, ц
Семена	281	2 807
Аджар	256	2 580

Наименование работ	Сумма работ		Среды проведения работ, дни	Сорта семян		Норма высева семян, ц/га	Норма выработки	Норма нормосемян в объеме работы	Средняя стоимость		Дорожная стоимость		Дорожная стоимость, руб/га	Прочие затраты, руб/га	Итого себ. ц/га	Грибное		Амортизация		Землеугодья		Газ								
	изменения	в		сумма	сорт				руб/га	руб/га	руб/га	руб/га				руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	руб/га	
Паша воле на опрыскивание от сорняков	5	1	4	КамАЗ		7	0,8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Опрыскивание травы от сорняков	100	1	июль	КамАЗ		145	0,7	4,90	4,90	4,90	4,90	6,08	2 808	1,0	1,0	4 845														
Ботва 22/27 см	100	июль	Империал		51	5,1	53,55	33,42	33,42	33,42	33,42	72,52	18 540	17,0	17,0	78 565														
Ботва 4-17 см	100	июль	Дон-4		41	2,4	20,27	5,08	5,08	5,08	5,08	16,34	4 259	3,8	3,8	17 522														
Ботва 14-4 см	100	июль	К-74		46	2,2	18,07	5,42	5,42	5,42	5,42	14,58	3 806	4,5	4,5	20 520														
Прод. Ботва	25	июль	Волжские		1	1	200	1,3	200,00	200,00	200,00	124,00	2 858	3,0	0,1	279														
Прод. Ботва	2	июль	Машин		1	1	0,3	200,00	200,00	200,00	200,00	7,332	2 852	3,7	3,7	17 271														
Прод. Ботва	14	август	КамАЗ		7	2,0	18,39	22,06	22,06	22,06	22,06	25,07	6 555	3,7	3,7	17 271														
Прод. Ботва	100	август	Джон Дир 8125		50	2,0	16,74	6,70	6,70	6,70	6,70	14,55	3 807	2,0	2,0	9 338														
Прод. Ботва	5,8	сентябрь	КамАЗ		7	0,8	14,0	0,7	4,90	4,90	4,90	6,08	2 801	1,0	1,0	4 579														
Прод. Ботва	100	сентябрь	Империал		145	0,7	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	6,08	2 808	1,0	1,0	4 845														
Паша воле на опрыскивание от сорняков	0,4	май	КамАЗ		7	1,2	4 900	4,90	4,90	4,90	4,90	6,08	2 808	1,0	1,0	4 845														
Опрыскивание посевов от сорняков	100	май	Джон Дир 8125		96	1,0	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	10,55	3 898	0,9	0,9	2 793														
Паша воле на опрыскивание от сорняков	6,9	июль	КамАЗ		7	1,0	4 950	4,95	4,95	4,95	4,95	6,08	2 808	1,0	1,0	4 845														
Опрыскивание посевов от сорняков	100	июль	Туман		120	0,8	6,29	5,66	5,66	5,66	5,66	7,41	2 330	0,3	0,3	1 525														
Паша воле на опрыскивание от сорняков	291	июль	Туман 28 м		1	1	35,8	7,6	7,6	7,6	7,6	9,41	2 330	0,3	0,3	1 525														
Паша воле на опрыскивание от сорняков	281	июль	КАМАЗ		1	1	35,8	7,6	7,6	7,6	7,6	9,41	2 330	0,3	0,3	1 525														
Оубай на СВК	3	август	КАМАЗ		3	0,4	88 243	88 243	88 243	88 243	88 243	104 764	2 801	1,0	1,0	4 579														
Транспортировка урожая	14	август	Т-1533		14	3,8	154 764	154 764	154 764	154 764	154 764	194 764	2 801	1,0	1,0	4 579														
Итого																														

32. Семена, всего руб.	346 027
33. СВР, руб.	791 000

35. Амортизация	8 185	всего руб.	33 110 руб.
36. Транспорт и КХМ	4 166	всего руб.	18 914 руб.
37. Прочие расходы	1 869	всего руб.	78 998 руб.
38. Топливный район	7 413	всего руб.	33 788 руб.
39. Прочие расходы	1 502	всего руб.	3 947 руб.
40. Итого	4 044	всего руб.	15 421 руб.

41. Оплата проема	18 914 руб.
42. Оплата с СВР	78 998 руб.
43. Итого СВР с откликом	33 788 руб.
44. Всего затрат	3 947 руб.
45. Итого	38 441 руб.
46. Итого	1 542 руб.

Грибное	130
Землеугодья	130
Газ	130

Приложение 26

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СТАНЦИЯ АГРОХИМИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ «МАРИЙСКАЯ»

Испытательная лаборатория

Аттестат № ГОСТ.RU.22135 от 21.05.2021 г. Действителен по 21.05.2024 г.

Адрес: 424005, Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Тельмана, 56 а
Тел./факс: 8 (8362) 46-30-38, e-mail: lab@agrohim12.ru

ИЛС
Аккредитация

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИЛ
ФГБУ «САС «Марийская»
С. В. Дроздова
«27» сентября 2021 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 437
от «27» сентября 2021 г.

Наименование объекта испытаний:	Удобрение органическое на основе отходов животноводства (жижа свиная)
Наименование заказчика:	АО ПЗ «Шойбулакский»
Адрес заказчика:	РМЭ, Медвелевский р-н, п. Шойбулак, ул. Мира, д. 15
Место отбора образца:	РМЭ, Оршанский р-н, с. Великополье, СВК-3
Размер партии, дата выработки:	12 000 м ³ , июль-август 2021 г.
Масса образца, вид тары:	1,0 л, стеклянная бутылка
Дата получения образца для испытаний:	17.09.2021 г.
Дата(ы) осуществления лабораторной деятельности:	17.09.2021 г. – 27.09.2021 г.
Основание для проведения испытаний:	Заявка № 207 от 17.09.2021 г. Акт отбора от 17.09.2021 г.

Результаты испытания				
№ п/п	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Единицы измерения	Результаты испытания (в сухом веществе)
1	2	3	4	5
1.	Массовая доля сухого остатка	ГОСТ 26713-85	%	2,1
2.	Массовая доля общего азота	ГОСТ 26715-85 п.2	%	6,5
3.	Массовая доля аммонийного азота (с исходной влажностью)	ГОСТ 26716-85 п.2	%	0,11
4.	Массовая доля общего фосфора	ГОСТ 26717-85	%	5,1
5.	Массовая доля общего калия	ГОСТ 26718-85	%	8,3
6.	pH	ГОСТ 27979-88	ед.pH	8,2

Заведующий лабораторией

Ответственный за оформление протокола испытаний:

Н. Е. Никандрова
(подпись)

Н. Е. Никандрова
(ФИО)

Е. А. Демина
(подпись)

Е. А. Демина
(ФИО)

Результаты испытаний распространяются только на предоставленный для испытания образец.
Ответственность за отбор, хранение и транспортировку образцов несет заказчик.