

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»

УДК 631.861: 631.812.12

На правах рукописи

Буряк Светлана Михайловна

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
РАЗНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ
И БИОПРЕПАРАТА ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Специальность 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный деятель науки РФ
Мажайский Юрий Анатольевич

Москва 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ	13
1.1. Теоретические основы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, восстановления и повышения их плодородия	13
1.2. Биологические особенности и хозяйственное значение многолетних и однолетних трав	16
1.3. Применение разных видов органических удобрений в земледелии, их воздействие на свойства почвы и продукционные процессы сельскохозяйственных культур	19
1.4. Практика использования современных биопрепаратов для растениеводства и земледелия	27
Глава 2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	31
2.1. Агрометеорологические условия	31
2.2. Почвенные условия проведения опыта	34
2.3. Характеристика препаратов и удобрений, используемых для проведения исследований	38
2.4. Схема опытов и методика проведения исследований	44
2.4.1. Агротехника вегетационного опыта	46
2.4.2. Агротехника полевого опыта	50
Глава 3. ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ЖФБ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	53

3.1. Действие на рост и развитие	53
3.2. Оценка засоренности посевов.....	56
3.3. Урожайность однолетних и многолетних культур	59
3.4. Химический состав однолетних и многолетних трав в зависимости от разных видов органических удобрений и ЖФБ	62
Глава 4. ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ЖФБ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ	67
4.1. Содержание органического вещества в почве	67
4.2. Влияние органических удобрений на обменную и актуальную кислотности	68
4.3. Динамика накопления общего азота и нитратов в почве	70
4.4. Содержание подвижных соединений фосфора и калия	72
4.5. Изменения биологической активности почвы	74
4.6. Вынос и баланс азота в почве при возделывании сельскохозяйственных культур	77
Глава 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЕМОВ	81
5.1. Экономическая эффективность	81
5.2. Экологическая безопасность	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	94
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	95
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	112

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современных условиях сельскохозяйственное производство требует от науки новых подходов, принципиально новых систем земледелия, ориентированных на создание оптимального агрофизического, агрохимического, агробиологического состояния почв и прогнозированию их трансформаций, повышению уровня рентабельности в растениеводстве.

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации сформирована стратегия развития агропромышленного комплекса на период до 2030 года, ей определено эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развитие мелиоративного комплекса.

В последние годы в Российской Федерации намечен курс на освоение природоподобных технологий, предусматривающих собой комплекс мер, которые направлены на восстановление естественного ресурсооборота и преследуют две главные цели: получение качественных продуктов, а также исключение вреда природе, которое могло бы принести их выращивание. Одним из правил природоподобных технологий обозначено, что в качестве удобрений используются только органические соединения, а технологии органического земледелия предполагают работу по принципу замкнутого цикла (животноводство-земледелие), где животные получают корма, а растения – удобрения. Согласно Федеральному закону от 14.07.2022 № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» необходимо повышение эффективности вовлечения побочных продуктов животноводства в сельскохозяйственное производство, в том числе для обеспечения воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Природоподобные технологии предполагают отказ от применения агрохимикатов, поэтому для формирования высокого и качественного урожая сельскохозяйственных культур необходимо использовать органические

удобрения и биопрепараты. Удобрения наполняют почву дополнительным структурирующим материалом, а биопрепараты обеспечивают эффективную мобилизацию органического вещества и биоты.

Одной из активно развивающихся отраслей животноводства в России является индейководство. Увеличение поголовья птицы в свою очередь ведет к необходимости решать вопросы переработки и использования больших объемов помета с соблюдением требований экологической безопасности, путем оптимизации технологических процессов и формирования адаптивных технологий переработки и использования птичьего помета.

В связи с этим особую актуальность приобретают исследования в области освоения залежных земель с использованием природободобных технологий, повышения экономической и энергетической эффективности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве.

Эффективное ведение сельскохозяйственного производства должно обеспечить расширенное воспроизводство земельных ресурсов, которое позволит произвести большее количество качественной продукции с единицы площади земельных угодий.

Степень разработки темы. В научной литературе приведены публикации исследований по применению органических удобрений, их влияние на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственной продукции, такие исследования в разные годы проводили на территории многих регионов России, в основном южных.

Проведенное исследование в теоретическом плане базировалось на трудах таких ученых как: Агафонов Е.В., Касатиков В.А., Лысенко В.П., Андреев Н. Г., Каменев Р.А., Фигурин В. А., Шеуджен А. Х., Седых В.А., Лукин С.М., Персикова Т.Ф., Шабардина Н.П., Цуркан М.А.

Следует отметить, что большинство исследований по применению птичьего помета в качестве органического удобрения проведено в 80-90-е годы

прошлого века. В последнее время количество публикаций, посвященных данной проблеме, несколько снизилось.

Изучение воздействия органических удобрений на основе индюшиного подстилочного помёта, гранулированного удобрения на основе индюшиного помета и жидкофазного биопрепарата на свойствах залежных дерново-подзолистых почвах в условиях Нечерноземной зоны не проводилось.

Это послужило основанием для проведения комплексных агрономелиоративных исследований, которые представляют научное и практическое значение.

Цель и задачи исследований - изучить влияние разных видов органических удобрений на основе индюшиного подстилочного помета и жидкофазного биопрепарата на урожайность и качество многолетних и однолетних трав, агрохимические показатели залежных дерново-подзолистых почв в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

- изучить влияние разных видов органических удобрений и жидкофазного биопрепарата на биометрические показатели роста, урожайность, продуктивность и кормовые достоинства однолетних и многолетних трав;
- оценить влияние разных видов органических удобрений и жидкофазного биопрепарата на степень засоренности посевов однолетних и многолетних трав;
- установить действие разных доз и видов органических удобрений и жидкофазного биопрепарата на агрохимические свойства почвы;
- провести анализ динамики биологической активности почвы при использовании разных видов органических удобрений;
- определить агроэкономическую эффективность и экологическую безопасность исследуемых приемов при возделывании однолетних и многолетних трав в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ.

Объект исследования – ячмень яровой сорт Нур (*Hordeum vulgare* L.), сенажная травосмесь: овсяница луговая 20% *Festuca pratensis* L. - сорт Лихерольд, кострец безостый 20% *Bromopsis inermis* L., тимофеевка луговая 20% *Phleum pratense* L. - сорт Лишка, лядвенец рогатый 20% *Lotus corniculatus* L.- сорта Солнышко, клевер луговой 20% *Trifolium pratense* L.

Предмет исследования – органические удобрения на основе индюшиного подстилочного помёта, гранулированные удобрения на основе индюшиного подстилочного помета и жидкофазный биопрепарат.

Научная новизна исследований. Впервые в полевом опыте на залежных дерново-подзолистых почвах южной части Нечерноземной зоны РФ проведена оценка действия и последствий органических удобрений на основе индюшиного подстилочного помета и жидкофазного биопрепарата на биометрические показатели роста, урожайность, качество однолетних и многолетних трав, агрохимические показатели почв.

Органические удобрения и жидкофазный биопрепарат способствуют интенсификации ростовых процессов сельскохозяйственных культур, более высокая динамика роста отмечена в вариантах с применением индюшиного помета и гранулированного удобрения на основе индюшиного помета (23,2 – 25,4% по отношению к контролю).

Установлено, что внесение гранулированного удобрения на основе индюшиного помета в дозе 15 т/га обеспечивает наибольшую в условиях опыта урожайность многолетних трав (средняя урожайность составила - 51,8 т/га, что в 2,2 раза выше контрольного варианта опыта – 23,2 т/га) и их максимальную продуктивность с высокими питательными достоинствами с содержанием в 1 кг корма естественной влажности: перевариваемого протеина 7,22 г, кормовыми единицами 0,74 кг и обменной энергией 9,26 МДж.

Определено, что разные виды органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом оказали положительное влияние на питательную ценность многолетних трав: содержание сырого протеина увеличилось

от 8,63 % до 10,6 %, сырого жира от 1,72 % до 2,14 %, сырой золы от 7,97 % до 9,22 %, сырой клетчатки от 30,6 % до 33,73%.

Органические удобрения оказали положительное влияние на агрохимические показатели залежной дерново-подзолистой почвы. Их внесение способствовало повышению содержания органического вещества в почве от 3,8 % на контрольном варианте до 4,3 % - 5,3 %, улучшило реакции почвенной среды и биологическую активность почвы.

Применения гранулированного удобрения на основе индюшиного помета в дозе 15 т/га позволило достичь высокой экономической эффективности, чистый доход составил 541 тыс. руб. с 1 га за три года.

Теоретическая и практическая значимость. В результате научных исследований в полевом опыте, проведенном на залежных дерново-подзолистых почвах в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ, дано научно-практическое обоснование использования разных видов органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом.

Полученные данные вносят существенный вклад в развитие научных представлений о применении органических удобрений на основе индюшиного помета. Результаты исследования значительно углубляют научное представление о роли применения органических удобрений при освоении залежных сельскохозяйственных земель.

Определены условия и оптимальная доза применения органических удобрений на основе индюшиного помета обеспечивающая наиболее высокую урожайность сельскохозяйственных культур и окультуренность дерново-подзолистых почв.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на фундаментальных и прикладных разработках российских и зарубежных ученых, посвященные проблеме использования земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве, труды ученых агрономов по

вопросам вовлечения неиспользуемых угодий в сельскохозяйственный оборот, результаты исследований по применению органических удобрений.

Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методами статистического, сравнительного анализа, комплексной оценки, экспериментальный метод - закладка вегетационных и полевых опытов, проведение лабораторных анализов, учетов и наблюдений, графическое и табличное представление результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. В полевом опыте, заложенном на дерново-подзолистых почвах в южной части Нечерноземной зоны РФ в течение 3 лет (2020, 2021, 2022 гг.), установлены закономерности действия разных форм органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом на продуктивность многолетних культур. По данным исследований, при возделывании многолетних трав наибольшая эффективность обеспечивалась при внесении гранулированного удобрения на основе индюшиного помета в дозе 15 т/га, где урожайность в среднем за три года исследований составляла 51,8 т/га, что достоверно, на 28,5 т/га, или на 118,5 % превышало контроль без удобрений.

2. Разные виды органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом положительно влияли на качество растительной продукции по таким показателям, как содержание сырого протеина, клетчатки, золы, жира, каротина, обменной энергии. В варианте применения гранулированного индюшиного помета в дозе 15 т/га, где достигнута максимальная продуктивность многолетних трав, обеспечивалось получение растительной продукции с высокими кормовыми достоинствами с содержанием в 1 кг корма естественной влажности: перевариваемого протеина 7,22 г, кормовыми единицами 0,74 кг и обменной энергией 9,26 МДж.

3. Химический анализ почвенных проб в годы опыта (2020, 2021, 2022 гг.) определил, что разные виды органических удобрений положительно влияют на агрохимический состав дерново-подзолистых почвы, содержание органического

вещества, оптимизацию азотного, фосфатного и калийного режимов, стабилизации реакции почвенной среды и биологическую активность почвы;

4. Возделывание многолетних трав за счет оптимизации внесения гранулированных органических удобрений в эффективных дозах, позволяет достичь высокой экономической эффективности и экологической безопасности проводимых агроприемов.

Достоверность результатов исследований. Исследования подтверждены трех летним периодом полевых опытов с использованием апробированных методик, результатами исследований аккредитованных лабораторий, наблюдений, статистической обработкой экспериментальных данных, широкой публикацией результатов исследований в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Российской Федерации, международных изданиях и материалах международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Результаты теоретических исследований в достаточной степени согласуются с полученными экспериментальными данными (расхождение не более 5%).

Апробация работы. Основные положения исследований входили в научные отчеты о проделанной работе Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» в 2020-2022 годах по темам, входящим в Государственную программу Министерства науки и высшего образования РФ (Разработка научно-методические подходы к оценке состояния агроландшафтов и адаптивные принципы освоения выбывших из оборота мелиорированных и малопродуктивных земель с элементами технологических процессов; Агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий).

Результаты диссертационного исследования докладывались на международных и всероссийских научных конференциях: III Международной научно-практической конференции (Рязань, 18 апреля 2019 г.); Международной

научно-практической конференции, посвященная 95-летию землеустроительного факультета (Республика Беларусь, Горки, 25-27 сентября 2020 г.); XV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 12-13 марта 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Инновации в сельском хозяйстве и экологии» (Рязань, 10 сентября 2020 г.); Международная научно-практической конференции, «Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях» (Тверь, 25 сентября 2020 г.); Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» (Рязань, 9 декабря 2020 г.); V Международная научно-практическая конференция «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий» (Рязань, 31 марта – 1 апреля 2021 г.); 12-я Международная конференция по биосистемной инженерии 2021 Эстонский университет естественных наук, (Эстония Тарту 5-7 мая 2021 г.); Международная конференция по энергосбережению в зданиях, термобезопасности и контролю загрязнения окружающей среды (Брест, Беларусь 2020); Международная научно-практической конференции «Проблемы эффективного использования мелиорированных земель и управление плодородием почв нечерноземной зоны в условиях изменяющегося климата в рамках мероприятий года науки и технологий», (Тверь, 30 сентября 2021 г.); Международная научно-практическая конференции «Актуальные вопросы развития идей В.В. Докучаева в XXI веке Развитие аграрной науки на современном этапе», Каменная Степь 2022; VI съезда Белорусского общества почвоведов и агрохимиков «Сохранение и повышение плодородия почв и эффективное применение удобрений», (Беларусь Минск, 21 июля 2022 года); Всероссийская научно-практическая конференция «Перспективные технологии и приемы управления продуктивностью агроэкосистем на мелиорированных

землях (к 95-летию Почвенного института)» (Тверь, 30 сентября 2022); Конференция ИОР «Наука о земле и окружающей среде» (Таджикистан, Душанбе, 14-18 марта 2023 г.); 57-ая Всероссийская конференция с международным участием молодых ученых, специалистов агрохимиков и экологов «Актуальные проблемы и инновационные решения в области агрохимии» (Москва, 29 ноября 2023 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 2 публикации в реферируемом издании рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 2 научных статьи в журналах резюмируется и индексируется: SCOPUS, 1 монография в соавторстве, 1 патент.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений производству, списка литературы, включающего 139 источника, в том числе 21 на иностранных языках, содержит 34 таблиц, 14 рисунков и 28 приложение. Общий объем работы составляет 141 страницу компьютерного текста.

Благодарности. Автор выражает благодарность своему научному руководителю - доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ Мажайскому Юрию Анатольевичу за руководство диссертационной работой, постоянную поддержку, ценные замечания и предложения, глубоко признателен кандидату биологических наук Черниковой Ольге Владимировне за помощь и ценные советы в постановке и проведении полевого опыта по теме диссертации.

Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

1.1. Теоретические основы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, восстановления и повышения их плодородия

Проблемы рационального использования сельхозугодий, вовлечения заброшенных и неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот, сохранения плодородных и ценных земель являются актуальными для решения задач импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. Повышение объемов сельскохозяйственного производства и расширение посевных площадей в регионах возможно через вовлечение в оборот неиспользуемых земель [55, 29].

России предстоит преодолеть вызовы со стороны аграрной и продовольственной политики иностранных государств и потребностей современного общества. В период роста населения и международной конкуренции в сфере продовольствия к главным задачам, стоящим перед государством, относится обеспечение механизмов для увеличения продуктивности сельского хозяйства. Невозможность получения достаточных объемов растениеводческой продукции с имеющихся орошаемых и мелиоративных земель неизбежно приводит к необходимости обратного введения в сельскохозяйственный оборот ранее использованных (залежных) территорий [80, 81].

Комплекс мер, который необходим для решения задачи вовлечения в сельскохозяйственное использование земельного участка агрономического назначения был составлен из нескольких частей: экологического обеспечения; экономическое обеспечение с указанием механизма его реализации; технологический процесс и землеустроительные мероприятия. Главная роль

отведена мерам, которые направлены на создание адаптивно-ландшафтной системы земледелия [13, 14].

На данный момент основным приоритетом является широкомасштабное сохранение плодородных сельскохозяйственных угодий. Одновременно с этим, необходимо привлечение новых земельных участков в агротерритории и комплексная оптимизация площадей пашни, учитывая как количественные, так и качественные характеристики почвы. При осуществлении мелиорации земель необходимо правильно планировать их освоение и использование в сельском хозяйстве [41, 113].

Во многих регионах России агрохимическое состояние почвы на залежах существенно отличается от почв окультуренной пашни [93]. Эти земли обладают слабым потенциалом плодородия, следовательно, нуждаются в сбалансированном применении органоминеральных удобрений, восстановлении водно-физических свойств почв и разработке новых подходов к решению существующих проблем. К таким относятся дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава.

На фоне критически низкого уровня активного использования пашни и сельскохозяйственных угодий в Нечерноземье (от 28 до 75% по отдельным субъектам) сельскохозяйственные земли быстро зарастают естественной древесно-кустарниковой растительностью. Средний запас ее надземной биомассы сегодня оценивается в 132 т/га [39].

В отличие от черноземов, дерново-подзолистые почвы в залежи ухудшаются вследствие восстановления процессов подзолообразования. В этих условиях необходимо ускорить меры по упорядочению землепользования.

С другой стороны, это негативно влияет на эффективность агропроизводства. По данным Государственной службы статистики (ГСС), в России почти 40 млн га земель сельскохозяйственного назначения не используются по назначению и около 20% из них - пашни, С одной стороны это

ведет к утрате основной функции почвы – плодородия. По причине изменения направленности хозяйствующих субъектов, вследствие несбалансированного использования средств химизации и эрозии почв в целом вывод земель из сельскохозяйственного производства был обусловлен рядом причин экономического характера. В Нечерноземной зоне России сельскохозяйственному производству был нанесен серьезный урон. Почвы этой зоны отличаются недостаточным уровнем увлажненности, а также имеют малопродуктивные характеристики (из-за чего их эффективное использование требует значительных энергетических и материальных затрат).

В ряде случаев эффект от использования таких земель не значительно превышает вложенные затраты, да и их рентабельность с учетом климатических рисков не всегда соответствует рекомендуемым значениям. В Нечерноземье с 1990 года по настоящее время площадь пахотных земель сократилась почти вдвое, но начиная с 2010 года ситуация стабилизировалась и наметился некоторый рост увеличения пашенных земель за счет ввода в оборот неиспользуемых земель.

В настоящее время в России реализуется «Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса России», утвержденная Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731, которая направлена на создание стимулирующих условий сельскохозяйственным товаропроизводителям для введения в сельскохозяйственный оборот брошенных земель. В этой связи возникает необходимость в каждом конкретном случае оценивать целесообразность и эффективность их ввода и наметить мероприятия по их окультуриванию и восстановлению плодородия почвы.

При правильной агротехнике и регулировании режима влажности имеется возможность повышения урожайности, в связи с чем окультуривание брошенных земель и их последующее использование в аграрном производстве

позволит увеличить земельный ресурс и обеспечить экологическую устойчивость агроландшафтов [46].

1.2. Биологические особенности и хозяйственное значение многолетних и однолетних трав

Предотвращения деградации сельскохозяйственных угодий, ныне пребывающих в состоянии залежи, можно добиться либо путем их вовлечения в пастбищные земли, либо путем полного их выведения из структуры посевных площадей и долговременного засева многолетними травами с мощным проективным покрытием и высокой биологической продуктивностью. В настоящий момент этот способ имеет актуальное значение, поскольку полноценное единовременное освоение залежных земель в пашню может быть затруднительным, однако, как показывает практика [107], засев участков многолетними травами и травосмесями позволяет сохранить имеющиеся фонды элементов питания, восстановить оструктуренность пахотного горизонта и снизить интенсивность эрозионных процессов.

В современном сельскохозяйственном производстве возделываются не только одновидовые, но также смешанные и совместные агрофитоценозы. Они имеют многовековую историю (Египет, Индия, Китай, Закавказье и др.). Наибольшее распространение получили смешанные посевы многолетних трав и однолетних кормовых культур [90, 118].

Согласно имеющимся научному и практическому опыту России и зарубежья при совместном выращивании различных комбинаций зерновых, бобовых и нескольких видов многолетних трав при рациональном их сочетании они дополняют друг друга и позволяют более эффективно использовать солнечный свет, а также воду и питательные вещества в почве.

Ключевым элементом агроэкологического мышления и практики является рассмотрение эффектов взаимодополняемости между различными культурами, например, их различной высоты и надземной архитектуры, а также их различной глубины укоренения и структуры под землей.

Важность многолетних трав в адаптивности сельского хозяйства неоспорима. Они являются необходимым биологическим инструментом для предотвращения эрозии и опустынивания. Нет других равноценных альтернатив, способных так эффективно влиять на восстановление и улучшение почвенного плодородия. В современных условиях, когда финансовые средства ограничены, роль многолетних трав на пашне и лугопастбище только возрастает. [96].

Изучение особенностей возделывания многолетних поливидовых травостоев является важным направлением исследований в сельском хозяйстве. Это связано с их значимостью для увеличения производительности и эффективности сельскохозяйственного производства в регионе.

Одним из способов повышения продуктивности таких травостоев является использование смешанных и поливидовых посевов бобовых и злаковых многолетних трав. Эти посевы могут более эффективно использовать ресурсы окружающей среды, так как их корневая система различается и позволяет извлекать воду и питательные вещества из разных слоев почвы. Кроме того, такие посевы лучше справляются с зимними условиями, эффективнее поглощают солнечный свет и более устойчивы к сорнякам, болезням и вредителям. Они также могут сохраняться на протяжении длительного времени и обеспечивать стабильный урожай из года в год [8].

Многолетние злаковые травы является обязательным компонентом всех травосмесей в полевых и кормовых севооборотах, так как наибольшую агротехническую и экономическую ценность они имеют в травяно-бобовых смесях. [69].

Смешанные посевы бобовых и злаковых культур занимают важное место в структуре посевных площадей Нечерноземной зоны России. Их использование является большим резервом, позволяющим повысить использование растениями тепла (света), осадков и питательных веществ почвы. Это связано в первую очередь с их устойчивостью к стрессовым факторам среды, а также с

максимальной реализацией биопотенциала фитокомпонентов в полном объеме [80, 81]. У смешанных бобово-злаковых травостоев более мощный ассимиляционный аппарат и они, более стойкие к воздействиям сорного разнотравья [8].

Научно доказано, что бобовые травы максимально раскрывают свой биологический и почвенно-климатический потенциал в смешанных посевах бобовых и злаковых травосмесях, обладая повышенной устойчивостью к вредителям и болезням [21]. Смешанные посевы могут давать корма, сбалансированные по протеину, углеводам и энергии, при низких производственных затратах [60].

Известный ученый по научной теории развития и совершенствования бобовых культур, их районирование в климатических условиях Нечерноземной зоны Посыпанов Г. С. (1985) считает, что в естественных условиях, без какой-либо деятельности человека, фитоценозы всегда многовидовые. При этом невозможно переоценить важность конкуренции видов, взаимозависимости и взаимодополняемость популяций растений.

Смешанные посевы, учитывающие природно-климатические условия возделывания, позволяют более интенсивно организовать кормопроизводство с наибольшим экономическим эффектом.

Решение проблемы по вовлечению неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот, возможно, решить с увеличением площадей многолетних культурных пастбищ и сенокосов. Оставление необрабатываемой пашни на один год приводит к зарастанию ее сорной растительностью, а при более длительном сроке возникает опасность потери ее как сельскохозяйственного угодья. В настоящее время одним из наиболее доступных способов сохранить сельскохозяйственные угодья от деградации является освоение неиспользуемых пахотных земель под сенокос. [8, 43].

Трудно переоценить агротехническое значение многолетних трав. Роль бобовых трав в повышении плодородия почв усиливается ростом цен на органические и минеральные удобрения. [32, 103].

Многолетние бобовые травы независимо от почвенно-климатических условий зон, размеров и специализации хозяйств, типа и назначения севооборотов сохраняют главную роль в получении высокопротеиновых кормов для животноводства, улучшении воднофизических свойств почв, приумножении их плодородия, обеспечении последующих культур доступными элементами питания [6, 10, 106].

По данным многолетних исследований Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, экспериментальные данные подтвердили целесообразность создания смешанных многолетних агрофитоценозов из бобовых и мятликовых трав для получения сбалансированных кормов, повышающих плодородие почвы. Комплекс исследований с целью определить, как количество, соотношение и пространственное размещение компонентов смеси влияние на формирование планируемых урожаев, особенности побегообразования растений, накопление органического вещества, а также на улучшение микроагрегатного состава почв [32].

1.3. Применение разных видов органических удобрений в земледелии, их воздействие на свойства почвы и продукционные процессы сельскохозяйственных культур

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов является актуальной задачей современности [63].

Для прикладной экологии утилизация отходов птицеводства имеет большое значение. В мировой практике утилизации отходов птицеводства применяются следующие варианты: органические удобрения, вермикюльтура и приготовление кормов. Следует отметить, что приготовление органических удобрений может помочь решить важнейшую проблему с точки зрения

плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур, способствуя быстрому развитию сельскохозяйственного сектора [102].

Сельское хозяйство Российской Федерации в последнее десятилетие демонстрирует динамику ускоренного развития. Особенно интенсивно развиваются такие отрасли, как животноводство и птицеводство. Однако интенсификация этих направлений приводит и к увеличению объемов органических отходов от производственной деятельности предприятий, которые часто скапливаются около животноводческих и птицеводческих комплексов. [53, 63].

В последние годы научно-исследовательскими и проектно-технологическими учреждениями разработаны технологии, созданы машины и оборудование, обеспечивающие качественное производство и использование пометных удобрений.

Центральный научно-исследовательский институт в Индии «Thiruvananthapuram Keral» провел стратегический анализ доступных в глобальном масштабе патентных баз данных открытого доступа, связанных с экскрементами птицефабрик, позволил получить 341 соответствующий патент. Экскременты птицефабрик перерабатываются в удобрения, корма, энергию, топливо, а также используются для некоторых нетрадиционных применений. Поиск по коммерческому использованию экскрементов птицефабрик показывает их полезность в качестве удобрения. Они либо используются в качестве единственного компонента удобрения, либо используются в сочетании с другими отходами растений и животных.

Различные ингредиенты смешивают с компостированными или обезвоженными птичьими экскрементами для получения высококачественного органического удобрения. Ингредиенты включают опилки, люцерновую муку, рисовую шелуху, кровяную муку, костную муку, перьевую муку, муку из водорослей, муку из семян хлопчатника, сульфат калия, личинки червей, гуано летучих мышей, устричные раковины, жмых нима, лайм, кору ели, табачные

отходы, гипс и т.д. Такие составы удобрений рекомендуются для различных культур на основе их компонентов, а не продуктов, в которых экскременты птицефабрик присутствует в качестве единственного ингредиента [131].

Мировой рынок органических и органоминеральных удобрений растет быстрыми темпами (10-15% в год). В числе основных потребителей органических удобрений – Китай и Индия (до 5 млн.т в год), страны ЮВА, Иран, Египет, ОАЭ (от 1 до 3 млн. т в год). Потенциально Россия в состоянии обеспечить как внутренние, так и мировые потребности в этих удобрениях. Но для этого нужна действенная государственная поддержка, в первую очередь для создания полноценного внутреннего рынка этих удобрений [18].

Белорусские ученые И.Р. Вильдфлуш, Т.Ф. Персикова и П.А. Саскевич в своих исследованиях отмечают, что около 75% от вносимых в почву органических удобрений минерализуются и принимают непосредственное участие в питании растений, а 25% из них гумифицируются и идут на восполнение потерь почвенного гумуса.

Учеными из Индийского университета «Annamalai University» в 2020 году проведено исследование по оценке структуры выделения питательных веществ из органических удобрений, включая птичий помет на супесчаной почве. Структура выделения доступного азота, фосфора, калия, кальция, магния и серы в почве, инкубированной с различными органическими удобрениями в разные дни (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90) в контролируемых аэробных условиях, была определена с использованием полностью рандомизированной схемы. Исследование показало, что внесение различных органических удобрений значительно увеличивает выделение первичных (N, P и K) и вторичных (Ca, Mg и S) питательных веществ в течение всего вегетационного периода. Основываясь на выделении питательных веществ, было обнаружено, что наблюдалось постоянное и стабильное выделение N, P, K, Ca, Mg и S из птичьего помета в течение вегетационного периода до 90 дней, по сравнению с

другими тремя удобрениями, а именно: биогумусом, жмыхом и компостированной сердцевинной кокосовой пальмы [119].

Чилийские ученые из Университета Атакамы провели исследование по использованию птичьего помета в способности восстановления деградированных почв. Результаты показали увеличение рН и содержания органического вещества, что способствовало большей доступности фосфора и калия, а также улучшению структуры и стабильности почвы. Наилучшие результаты применения птичьего помета были получены при использовании 6 т/га. Значения показали, что птичий помет может оказывать влияние на восстановление деградированных почв независимо от типа и содержания глины [129].

Эксперимент, проведенный в Университете Тебессы (Северо-Восточный Алжир) продемонстрировал, что применение пометных удобрений имеет много преимуществ в плане улучшения содержания нитратов и фосфора в почве, более того, улучшает минеральный состав. Пометные удобрения представляют собой смесь нескольких компонентов, в основном куриного помета, состоящего из компостированного помета, включающего солому и древесную щепу, смешанные с опилками. Эти компоненты богаты минералами, а также органическими веществами, что делает пометные удобрения очень концентрированными по азоту и фосфатам [132].

Полевые эксперименты в центральной части Тайваня проводились Национальным университетом Чунг Син с февраля по июнь 2021 года на пахотной земле с применением органических удобрений, изготовленных из куриного помета. По сравнению с обработкой химическими удобрениями, применение органических пометных удобрений увеличило значение рН почвы, концентрацию органического вещества, доступного фосфора и обменных концентраций калия, кальция и магния. Кроме того, урожайность сельскохозяйственных культур была даже выше, чем при обработке химическими удобрениями. Выводы: использование помета продемонстрировало

различное поведение при выделении питательных веществ во время минерализации, а также по-разному влияли на свойства почвы, увеличивая пористость почвы, насыщенную гидравлическую проводимость и содержание доступной воды, одновременно уменьшая ее насыпную плотность [125].

В Бразилии в Университетском центре de Mineiros в период с 2008 по 2017 год был проведен полевой опыт, целью исследования была оценка совокупного воздействия разных доз (38,3; 54,8 и 69,2 мг/га) применения помета индейки. После девяти лет применения запасы общего органического углерода (ТОС) и общего азота (ТN) в почве увеличились по мере увеличения количества подстилки из индейки, достигнув прироста в слое 0-0,2 м в 11,2 мг/га и 1,03 мг/га соответственно по сравнению с контрольной обработкой. В том же слое толщиной 0-0,2 м максимальное увеличение содержания углерода в твердых органических веществах и азота в твердых органических веществах были получены при расчетных суммарных дозах 62 и 66 мг/га. соответственно. В дополнение к увеличению количества помета, использование подстилки из индейки улучшило качество углерода, присутствующего в почве, поскольку индекс управления углеродом в слое 0-0,2 м был увеличен на 124% при использовании самой высокой накопленной [130].

Несмотря на различные подходы мировых ученых к решению проблемы утилизации навоза и помета, все они сходятся в том, что на основе этих отходов можно получать качественные органические удобрения [52, 78].

Учитывая критический уровень применения органических удобрений в земледелии, безусловно, необходимым является вовлечение птичьего помета в сельскохозяйственный оборот использованию в земледелии в целях воспроизводства плодородия почв, повышения продуктивности и качества сельскохозяйственных культур [3].

Органические пометные удобрения восполняют питательные вещества почвы, сохраняя органическое вещество и поддерживая плодородие почвы для

производства сельскохозяйственной продукции, особенно многолетних культур, за счет медленного высвобождения питательных веществ [134].

В работах различных ученых отмечается, что пометные удобрения способствуют оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур и повышают почвенное плодородие в различных климатических зонах (Красницкий и др., 2016; Пунда, 1989; Каменев, 2017; Агафонов, Каменев, Бельгин, 2016; Лысенко и др., 2011, 2014, 2016; Дабахова, и др., 2005).

Не смотря на большое количество практических подходов и научных исследований, оценивающих совокупный эффект по применению отходов птицеводства в качестве органических удобрений, по-прежнему необходима комплексная оценка, особенно в отношении отходов от выращивания индейки, поскольку почти во всех исследованиях оценивается куриный помет.

В России технология утилизации помета остается практически неизменной на протяжении десятилетий. Птичий помет вывозится из птичников и хранится в помехранилищах в течение определенного времени для обеспечения процесса компостирования. Однако, поскольку птичий помет является подходящей средой для сохранения различных микроорганизмов, его удобрительные свойства в значительной степени утрачиваются.

Важным аспектом, который следует учитывать при изучении, является влияние изменения состава кормов на получаемый помет различных видов птиц. Современное понимание питания в птицеводстве, усовершенствованные технологии переработки кормов и повышение доступности побочных продуктов дистилляции и других альтернативных кормов приводят к тому, что рационы содержат больше легкодоступных питательных веществ и больше синтетических добавок для профилактики заболеваний, и стимулирования роста, чем традиционные корма, которые в конечном итоге превращаются в помет [124].

Из-за различий в химическом составе, структуре и влажности куриного помета и помета индеек изменяется, и стратегия его утилизации и увеличивается

исследовательский интерес. Содержание аминокислотных соединений в помете варьируется в зависимости от вида, рациона питания животных и управления ими. Белок или аминокислота фракция в помет состоит из непереваренного кормового белка, эндогенных фекальных и мочевых соединений и внутренних выделений, рассыпанного корма и продуктов бактериальной ферментации [123].

Согласно данным Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства химический состав на сухое вещество помета с учетом вида птицы значительно изменяется (таблица 1.3.1).

Таблица 1.3.1 – Состав помета с учетом вида взрослой птицы

Вид птицы	Выход помета, г/гол/сут	Влажность помета, %	Объемная масса помета, т/м ³	Химический состав, % на сухое вещество		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Куры	155	73	0,6 - 0,7	1,31	0,68	0,58
Индийки	260	64	0,6 - 0,7	1,68	0,61	0,38
Гуси	392	82	0,7 - 0,8	1,38	0,58	0,43
Утки	340	80	0,7 - 0,8	1,00	0,62	0,62

По составу сухого вещества птичьего помета наиболее концентрированным является перепревший индюшинный помет, далее по мере убывания концентрации идут гусиный, куриный помет и, соответственно, утиный помет.

В связи с особенностями работы птицеводческих хозяйств (тип деятельности, вид птицы, содержания, климатические условия), переработка птичьего помета может быть организована с использованием специальных технологий и оборудования, которые подбираются в зависимости от конкретных условий [2].

Одной из причин недостаточной эффективности органических удобрений является неравномерное распределение их по полю. Это связано с недоработкой используемых технологий и технических средств для внесения помета. [38].

С 1 марта 2023 года в России вступил в силу новый закон о побочных продуктах животноводства. Сельхозпроизводители могут признать образующиеся вещества побочным продуктом производства, к ним относятся навоз, помет и стоки, которые образуются при содержании сельскохозяйственных животных и птицы, а также подстилка, если такие продукты используются в сельскохозяйственном производстве.

Побочные продукты животноводства, переработанные и по показателям безопасности соответствующие нормативам, установленным в постановлении Правительства РФ от 31 октября 2022 года № 1940, могут вноситься в поля для повышения плодородия почв. Рациональное использование побочных продуктов переработки сельскохозяйственного сырья связано с экологической политикой каждой страны [127].

Неудовлетворительные физико-механические свойства помета (высокая влажность, вязкопластичная консистенция, резкий неприятный запах) существенно затрудняют его хранение, транспортировку и внесение в почву.

Наиболее эффективным методом утилизации помета в настоящее время является создания различных компостов на его основе. Это позволяет не только сохранить и максимально использовать питательные вещества, но и увеличить объем производства и использование высококачественных органических удобрений.

Чтобы преодолеть экологические ограничения, связанные с интенсивным животноводством, необходимо перейти на новые технологии производства востребованных продуктов из отходов животноводства, которые будут новыми и качественными для России. Такой технологией является производство гранулированных органических удобрений [18, 19, 114].

Гранулированные пометные удобрения в полной мере соответствуют показателям безопасности, обеспечивают улучшение физических и агрохимических свойств почвы. Они сохраняют сыпучесть, меньше слеживаются при хранении, не пылят, легко рассеиваются и обеспечивают

равномерное внесение, что позволяет обеспечить их применение, приближенное к растениям (предпосевное, местное, локальное внесение).

Гранулированные удобрения являются безопасными и эффективными, так как они улучшают свойства почвы как физические, так и агрохимические. Гранулы сохраняют свою структуру, при хранении не слеживаются, равномерно распределяются по почве при внесении.

Питательные вещества из гранулированных удобрений используются растениями более эффективно, поскольку они медленнее попадают в почвенный раствор и меньше разлагаются в почве из-за меньшей поверхности контакта с почвой. Это не только снижает поглощение питательных веществ в почве, но и улучшает процесс снабжения растений питательными веществами [69].

В целом технология гранулированных органических удобрений утилизации помета дает возможность производить востребованный товар с высокой прибылью и экологичностью. Потенциально Россия в состоянии обеспечить как свои, так и мировые потребности в гранулированных органических удобрениях.

1.4. Практика использования современных биопрепаратов для растениеводства и земледелия

Вследствие нарушения общей культуры землепользования в Нечерноземной зоне РФ повсеместно происходило разрушение гумуса и снижение уровня плодородия почвы. Данная ситуация привела к тому, что в отдельных регионах остро стоит задача сохранения и воспроизводства плодородия пахотных земель.

Возможный путь изменения сложившейся ситуации на фоне подъема общей культуры земледелия – прикладные биотехнологии с использованием потенциала микроорганизмов, способные в кратчайшие сроки восстанавливать почвенное плодородие и тем самым обеспечивать повышение урожаев сельскохозяйственных культур за счет поступления в растения питательных веществ.

Интенсификация земледелия в таком случае может быть достигнута не только за счет оптимальных агрономических приемов и применения полноценных удобрений (традиционных и нетрадиционных), но и путем использования биологически активных средств (биопрепаратов, биостимуляторов, биоудобрений), получение которых чаще всего основано на жизнедеятельности самых разных представителей микрофлоры.

Одним из важных направлений, улучшения состояния осушаемых почв Нечерноземной зоны является использование органических удобрений и принципиально новых биосредств – ростостимулирующих и землеудобрительных биопрепаратов. Значение последних, в отличие от удобрений - не наполнение почвы дополнительным структурирующим материалом, а эффективное вовлечение за счет присущих им свойств собственного биопотенциала почвы (как биоты, так и органического вещества). Именно поэтому использование подобных биосредств в качестве мелиорирующего начала предполагается вместе с носителями структуры, то есть с традиционными и нетрадиционными удобрениями, пожнивными остатками и т.п.

В справочник пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2022), внесены такие бактериальные удобрения, как Азотовит, Нитрагин, Ризоформ, Экофит, Инбио-Фит, Лигабакт и др. Вместе с тем, выпускается намного больше биопрепаратов, положительно зарекомендовавших себя в самых различных аспектах.

В целом, биологически активные средства (биопрепараты, биостимуляторы, бактериальные удобрения) наряду с основными удобрениями - биомелиорантами повышают урожайность сельскохозяйственных культур при значительном улучшении качества сельскохозяйственной продукции и являются хорошим ресурсом стабильного урожая [88].

В последнее время широко используются гуминовые препараты. Они занимают устойчивую нишу среди современных удобрений и стимуляторов

роста растений. Зарегистрировано около 60 видов удобрений на основе гуминовых кислот, их ассортимент постоянно расширяется.

В жидкой форме гуминовые препараты используют, главным образом, для обработки семян и для некорневой обработки вегетирующих растений. В семенном материале после обработки гуминовыми препаратами как показывает практика, повышается энергия прорастания и всхожесть семян, формируется более развитая корневая система [58].

Наиболее эффективным способом применения гуминовых препаратов является сочетание предпосевной обработки семян и некорневой обработки растений.

Жидкофазные биопрепараты отличаются минимизацией дозировки, неограниченными возможностями корректировки состава и высокой доступностью элементов питания, обеспечивая в целом высокую вероятность использования в земледелии и растениеводстве, включая замачивание семян, внекорневую подкормку и опрыскивание зеленой массы на разных стадиях развития растений.

Поэтому в последние годы большое внимание уделяется разработкам технологий, связанных с получением именно жидкофазных биосредств. Конечной целью применения любых биосредств в сельскохозяйственном производстве является повышение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества продукции. Важным является комплексное влияние препаратов на почву и растения, в том числе направленное на снижение негативного влияния различных стрессовых факторов.

Ассортимент подобных препаратов постоянно расширяется, технологии их получения позволяют создавать полифункциональные свойства биосредств, обеспечивая при этом достойную конкуренцию зарекомендовавшим себя биопрепаратам и биоудобрениям [26, 100, 76].

В целом, применение стимуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур достаточно широко изучается во многих

регионах России, вместе с тем влияние жидкофазных биопрепаратов на рост, развитие и продуктивность однолетних и многолетних агроценозов при сенокосно-пастбищном возделывании в южной Нечерноземной зоне России не проводилось. Это послужило основой для проведения исследования.

Таким образом, обзор российских и зарубежных литературных материалов по эффективному применению разных видов органических удобрений, особенно на основе индюшиного помета, при возделывании однолетних и многолетних трав на вновь вводимых землях в южной Нечерноземной зоне России, показывает, что работ в этом направлении не проводились, в связи с чем необходимы научные исследования по оптимизации применения разных видов органических удобрения с учетом улучшения почвенного плодородия, экологической безопасности и экономической эффективности.

Глава 2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Агрометеорологические условия

Климат является одним из основных факторов оказывающих важное влияние на сельскохозяйственное производство и определяет эффективность хозяйственной деятельности человека. Для разработки и внедрения научно обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур необходимо знать о природных условиях соответствующих зон и хозяйств. Чтобы достичь успеха в данной сфере, сельскому хозяйству необходимо не только учитывать климатические особенности своего региона, но и грамотно применять научные знания для адаптации и оптимизации своих процессов.

Климатические условия в период проведения исследований оказывали непосредственное воздействие на рост и развитие сельскохозяйственных растений. Южная часть Нечерноземной зоны Российской Федерации отличается почвенными и климатическими особенностями, которые оказывают значительное влияние на направление и уровень сельскохозяйственного производства [101].

Московская область относится к зоне умеренно-континентального климата, среднегодовая сумма осадков 600-700 мм, сумма среднесуточных температур воздуха за период активной вегетации растений составляет 1800-2000 °С, гидротермический коэффициент равен 1,2-1,6.

Егорьевский район Московской области характеризуется умеренно-холодным климатом со значительным количеством осадков в течении года. даже в засушливые месяцы. Количество осадков в год ~ 701 мм. Наименьшее количество осадков выпадает в марте, в среднем 41 мм. Большая часть осадков здесь выпадает в июле, в среднем 85 мм. Средне годовая температура воздуха ~ 6.1 °С, средне климатические показатели в Егорьевском районе Московской

области с 1991 – 2021 гг. (рисунок 2.1.1) получены с интернет-портала climate-Data.org.

	Январь	Февраль	март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средний температура (°С)	-7.6	-7	-2.1	6.3	13.7	17.3	20.3	18.4	12.6	5.9	-0.4	-4.5
минимум температура (°С)	-10.2	-10.1	-6	1.2	8.3	12.4	15.7	14	9.1	3.4	-2.4	-6.6
максимум температура (°С)	-5.4	-4.4	1.3	10.8	18.1	21.2	24.2	22.3	16.1	8.4	1.4	-2.6
Норма осадков (мм)	48	42	41	45	60	76	85	70	65	67	52	50
Влажность(%)	84%	82%	78%	66%	61%	64%	67%	68%	73%	77%	83%	84%
Дождливые дни (Д)	9	8	8	7	8	9	10	8	7	9	8	9
долгота дня (часы)	1.1	2.4	5.4	9.1	11.7	12.2	12.1	10.1	6.6	3.7	1.9	1.1

Рисунок 2.1.1 - Климатические показатели Егорьевского района за 20 лет

В ходе проведения научных исследований, проведен анализ климатических условий вегетационных периодов 2019-2022 гг. Для анализа и сравнения были использованы данные метеорологической станции в городе Егорьевске Московской области (табл. 2.1.1, приложение 1)

Таблица 2.1.1 - Агрометеорологические условия 2019-2022 гг.

Сумма осадков, мм									
Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Сумма
2019	37	54	58	56	73	16	52	18	364
2020	25	90	122	109	40	36	28	35	485
2021	104	78	40	12	96	82	20	51	483
2022	71	72	27	41	5	110	57	40	423
Средняя многолетняя	37	51	80	85	82	68	71	54	528
Температура воздуха, °С									
Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Среднее
2019	6,9	17,3	18,9	16,2	15,7	11,8	8,4	0,7	12,0
2020	4,2	11,6	18,2	19,1	16,7	13,6	8,7	1,1	11,7
2021	6,9	14,3	19,9	21,6	19,7	9,5	5,8	1,7	12,4
2022	5,7	10,1	18,2	20,3	21,4	9,6	6,6	-1,3	11,3
Средняя многолетняя	6,3	13,7	17,3	20,3	18,4	12,6	5,9	-0,4	11,8

Продолжение таблицы 2.1.1

Гидротермический коэффициент (ГТК Селянинова)									
Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Среднее
2019	-	1,1	1,0	1,1	1,5	0,4	-	-	1,0
2020	-	2,5	2,2	1,8	0,8	0,9	-	-	1,6
2021	-	1,8	0,7	0,2	1,6	2,8	-	-	1,4
2022	-	2,3	0,5	0,7	0,1	3,7	-	-	1,4
Средний многолетний	-	1,2	1,5	1,4	1,4	1,7	-	-	1,5

Динамику условий увлажнения в различные периоды вегетации растений, можно проследить по коэффициенту увлажнения и показателем оценки влагообеспеченности территории - гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова. При ГТК равном - 1 установлен оптимальный баланс тепла и влаги для роста и развития сельскохозяйственных культур. Значения выше 1,6 уже свидетельствуют об избыточном количестве осадков. Средне значение ГТК за период проведения опыта - 1,5, это свидетельствует о достаточном режиме увлажнения.

Температурный режим вегетационного периода 2019 года выше среднемноголетних значений в мае и июне, осадки распределены неравномерно, имеется большой дефицит в июле и сентябре. Средняя температура воздуха в мае составила 17,3 °С, что выше среднемноголетних показателей на 3,3 °С. Количество осадков в мае составило 54 мм, что немного выше среднемноголетних данных – 51 мм, что обеспечило благоприятные условия всходов в вегетационном опыте. Температурный режим вегетационного периода 2019 года в мае и июне выше среднемноголетних значений, в июле значительно ниже на 4,1 °С, в течение всего периода, кроме мая, наблюдался дефицит осадков.

Погодные условия 2020 году оказались весьма благоприятными для роста и развития многолетних трав. Весенние осадки в мае (90 мм) пополнили влагу в почве, а среднесуточная температура в этом месяце составила 11,6°С. Благодаря

этим условиям, биологическая надземная масса многолетних культур накапливалась интенсивно, в основном в период с мая по июль. Однако, именно в этот период многолетние травы были особенно подвержены стрессовым факторам. Июнь выделялся небольшим превышением среднесуточной температуры и осадков в размере 122 мм на протяжении всего месяца. Июль отличался достаточным увлажнением (сумма осадков составила 109 мм), при сравнительно оптимальной температуре. Август и сентябрь 2020 года отличались значительным дефицитом осадков, достигшим 50% от нормы.

В 2021 года среднесуточная температура мая была 14,3 °С, на 0,6 °С выше среднемноголетних данных, количество выпавших осадков за май - 78 мм сыграли большую роль в росте развития многолетних трав. Температура воздуха в вегетационный период 2021 года приближалась к среднемноголетним наблюдениям, за исключением июня и июля, что сказалось на урожайности многолетних трав во второй укос.

Май 2022 года был холодным: 10,1 °С (среднемноголетняя 13,7 °С), количество осадков - 72 мм значительно выше нормы (51 мм). Температура июня была почти на уровне средних показателей 18,2 °С (средняя 17,3 °С). В летние месяцы 2022 года наблюдался большой дефицит осадков от нормы: в июне 33,8%, июле 48,2%, августе 6,1%.

Анализ погодных условий в период проведения исследования, позволяет сделать вывод о том, что в 2020 году были самые благоприятные условия для роста и развития однолетних и многолетних культур. В целом, в течение периода с 2019 по 2022 годы условия соответствовали требованиям и обеспечивали достаточно высокий потенциал продуктивности сельскохозяйственных культур, однако основным фактором влияния, выступал уровень увлажнения.

2.2. Почвенные условия проведения опыта

В качестве объекта для исследований выбран земельный участок категории земель: земли сельскохозяйственного назначения, местоположение: Московская область, городской округ Егорьевск (северо-западная сторона), вблизи поселка

Новый. Участок находился в залежном состоянии, агротехнические мероприятия на участке не проводились с 2014 года (6 лет).

Егорьевский район входит в одну из восьми природно-ресурсных зон или комплексов на юго-востоке Московской области. Мещёрский комплекс, на котором возвышается сильно расчлененное Егорьевское плато, рельеф: плоская, местами бугристая песчаная слабо расчлененная равнина (с болотами и широкими долинами).

Городского округа Егорьевск Московской области расположен в центральной части Русской равнины, в средней части Мещерской низменности. Согласно описания к физической карте Московской области, масштаб 1:1100000 (рисунок 2.2.1). Мещерская зандровая низменная равнина, район IV₃ Егорьевский - слегка приподнятый моренный остров среди песков, с мелколиственными и сосновыми лесами на супесчаных и дерново-подзолистых почвах.

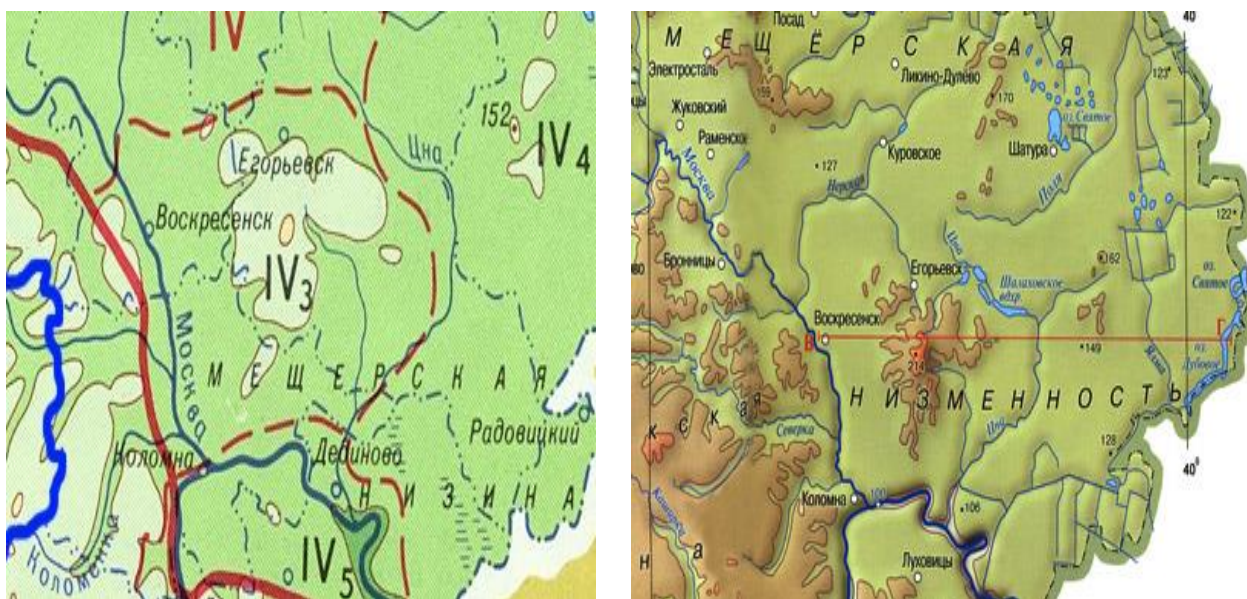


Рисунок 2.2.1 - Расположение участка городской округ Егорьевск

По описанию почвенной карты Московской области Масштаб 1:300 000 (рисунок 2.2.2) почва участка дерново-подзолистая, почвообразующая порода: супеси и пески, подстилаемые суглинками и глинами валунными и галечниковыми. По морфологическому описанию почва опытного участка –

дерново-подзолистая, старопахотная, по гранулометрическому составу среднесуглинистая.



Рисунок 2.2.2 - Расположение участка на почвенной карте Московской области

Земельный участок поставлен на государственный кадастровый учет кадастровый номер 50:30:0040109:58 рисунок 2.2.3, участок принадлежит ФГБУ «Госсорткомиссия».

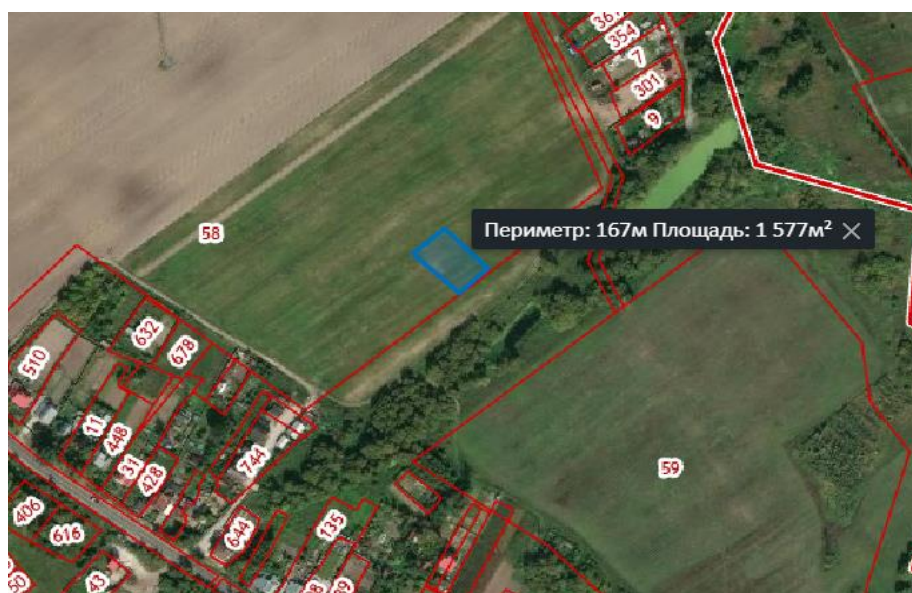


Рисунок 2.2.3 - Расположение участка на публичной кадастровой карте РФ

В 2019 году для получения достоверной информации о состоянии земельного участка проведено рекогносцировочное обследование, а также аэрофотоснимка с помощью беспилотного летательного аппарата, выполнена

оценка мелиоративного, культуртехнического и фитосанитарного состояния участка.

Анализы почвенных образцов выполнены в аккредитованной экоаналитической лаборатории ООО «Мещерский научно-технический центр». Перед закладкой полевого опыта в пахотном слое почва имела следующие агрохимические характеристики: $pH_{\text{водн}}$ 6,6, pH_{KCl} 5,2, содержание органического вещества 3,5%, подвижного фосфора (P_2O_5) и подвижного калия (K_2O) (по методу Кирсанова) соответственно 238 мг/кг и 108 мг/кг, содержание общего азота ($N_{\text{общ}}$) 0,019 %, содержание нитратов (NO_3) 7,9 мг/кг, также определено содержание тяжелых металлов в почве: цинк (Zn) 33,8 мг/кг, медь (Cu) 5,3 мг/кг, кадмий (Cd) 0,12 мг/кг, свинец (Pb) 10,1 мг/кг (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1 - Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

№	Показатель	Содержание	ГН 2.1.7.2511-09 ОДК $pH > 5,5$
1	$pH_{\text{водн}}$	6,6±0,1	
2	pH_{KCl}	5,2±0,1	
3	Органическое вещество, %	3,5±0,6	
4	P_2O_5 , мг/кг	238±50	
5	K_2O , мг/кг	108±16	
6	$N_{\text{общ}}$, %	0,019	
7	NO_3 , мг/кг	7,9±0,5	130*
8	Zn, мг/кг	33,8±10	220,0
9	Cu, мг/кг	5,3	132,0
10	Cd, мг/кг	0,12	2,0
11	Pb, мг/кг	10,1	130,0

* ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»

В соответствии с методическими рекомендациями перед закладкой полевого опыта проведен мониторинг фитосанитарного состояния почвы опытного участка. По оценке основных критериев, наличие сорной растительности шт/м², проектируемое покрытие в 78–89%, участок имеет среднее фитосанитарное состояние.

В связи с этим в хозяйственной практике этот тип залежей возможно использовать как источник получения полноценных кормов в виде пастбищ и сенокосов.

2.3. Характеристика препаратов и удобрений, используемых для проведения исследований

В качестве органического удобрения использовать птичий помет возможно после проведения исследований на агрохимические показатели и экологическую безопасность, в том числе на пестициды и тяжелые металлы, также необходим санитарно-эпидемиологический анализ на отсутствие патогенной микрофлоры [4, 44].

В проведенном исследовании использовались органические удобрения на основе индюшиного подстилочного помета, гранулированные удобрения на основе индюшиного помета, применялась обработка семян жидкофазным биопрепаратом на основе торфа и отходов животноводства (навоза и помета), и наночастицами металлов.

Получен патент на изобретение № RU 2771225 С1 «Способ повышения плодородия почвы при возделывании сельскохозяйственных культур» зарегистрированный в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 28 апреля 2022 г.

Анализы образцов органических удобрений выполнены по методике удобрения органические: массовая доля общего азота определена по методу определения общего азота ГОСТ 26715-85, азот нитратный по методу определения нитратного азота по ГОСТ 27894.4-88, фосфор по методу определения общего фосфора ГОСТ 26717-85, калия по методу определения

общего калия ГОСТ 26718-85, влага по методу определения влаги и сухого остатка ГОСТ 26713-85.

1. Индюшиный подстилочный помет (перепревший) с индейководческой фабрика в городском округе Егорьевск ООО «Егорьевская Птицефабрика», которая является единственной индейководческой фабрикой в Московской области. На фабрике осуществляется полный замкнутый цикл, от инкубации до глубокой переработки мяса птицы.

Помет образуется при замене напольного покрытия в птичниках. В качестве подстилки используют древесные опилки и стружка. Перепревший индюшиный помет получен в результате хранения и переработки (компостирования). Компостирование продолжительностью от 7 до 9 месяцев осуществляется в естественных условиях, в помехранилище расположенном за территорией птицефабрики.

По данным ООО «Егорьевская Птицефабрика» среднегодовая масса подстилочного помета, полученная при среднем содержании 20 тыс. голов птицы составляет 9720 т/год, влажностью 67,7%.

Результаты испытания индюшиного подстилочного помета на основные показатели представлены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 - Характеристики индюшиного помета

№	Показатель	Содержание	Массовая концентрация примесей токсичных элементов* (валовое содержание), мг/кг сухого вещества, не более:
1	pH _{водн}	6,0±0,1	
2	pH _{KCl}	5,9±0,1	
3	Органическое вещество, %	54,7±5,5	
4	P ₂ O ₅ , %	4,4	
5	K ₂ O, %	3,0	
6	N _{общ} , %	7,4	

Продолжение таблицы 2.3.1

7	NO ₃ , мг/100 г	48,45	
8	Zn, мг/кг	767±230	
9	Cu, мг/кг	235	
10	Cd, мг/кг	1,1	2,0
11	Pb, мг/кг	1,9	130,0

* Постановление Правительства от 31 октября 2022 г. N 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства».

Полученные данные исследования индюшиного помета соответствуют требованиям, предъявляемым к побочным продуктам животноводства, по содержанию токсичных элементов в обработанных и переработанных побочных продуктах животноводства. Сертификат соответствия № 0116003 продукция «Удобрение органическое на основе отходов животноводства – помет подстилочный индюшиный» ГОСТ Р 53117-2008.

2. Гранулированное удобрение на основе подстилочного индюшиного помета получено путем центрофугирования и грануляции.

Технология производства гранулированного удобрения на основе подстилочного индюшиного помета состоит из ряда последовательных стадий: сепарация на твердую и жидкую фракции; ускоренная ферментация (компостирования) твердой фракции; сушки и дробление компостированного сырья до влажности не более 16%; гранулирование сухой смеси.

Установка для центрофугирования подстилочного индюшиного помета - центрифуга (барабан - миксер) для обезвоживания помета. Время процесса центрофугирования 30 минут до влажности 14-16 %. Температура при вращении помета до 30 °С. Полученный помет просеивается и гранулируется установкой - гранулятором ОГМ-1,5 рисунок 2.3.1.



Рисунок 2.3.1 - Гранулированного удобрения на основе подстилочного индюшиного помета

Результаты испытания гранулированного удобрения на основе подстилочного индюшиного помета на основные показатели представлены в таблице 2.3.2.

Таблица 2.3.2 - Характеристики гранулированного удобрения

№	Показатель	Содержание	Массовая концентрация примесей токсичных элементов* (валовое содержание), мг/кг сухого вещества, не более:
1	pH _{водн}	6,3±0,1	
2	pH _{KCl}	6,1±0,1	
3	Органическое вещество, %	38,7±3,9	
4	P ₂ O ₅ , %	4,2	
5	K ₂ O, %	3,6	
6	N _{общ} , %	8,94	
7	NO ₃ , мг/100 г	66,88	
8	Zn, мг/кг	1849±555	
9	Cu, мг/кг	262	
10	Cd, мг/кг	0,74	2,0
11	Pb, мг/кг	1,7	130,0

*Постановление Правительства от 31 октября 2022 г. N 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства»

3. В проведенных исследованиях применялся разработанный отделом биотехнологий всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель по каскадной ферментационно-экстракционной технологии жидкофазный биопрепарат (далее - ЖФБ).

В качестве сырья при производстве используются навоз крупного рогатого скота (ТУ-10-11-886-90) и переходный или низинный торф (РСТ 733-85), с применением одного из биостимуляторов для улучшения жизнедеятельности микроорганизмов в процессе ферментации.

Производство ЖФБ включает стадию ферментации торфонавозной смеси с получением раствором с последующей фильтрацией. Количество микроорганизмов (аммонифицирующих, аминокислотсинтезирующих и др.) в свежем биопрепарате достигает $n 10^9 - n 10^{12}$ КОЕ/мл, что позволяет отнести его к микробным биопрепаратам. В нем отсутствует патогенная микрофлора и паразиты. Основные характеристики жидкофазного биопрепарата представлены в таблице 2.3.3.

Таблица 2.3.3 - Физико-химические показатели ЖФБ

	Показатель	Содержание
1.	Вид, цвет, консистенция	Жидкость темно-коричневого цвета
2.	Массовая доля сухого остатка, %	1,0
3.	Кислотность (рН)	7,5-8,5
4.	P ₂ O ₅ , г/л	11,0
5.	K ₂ O, г/л	9,5
6.	N _{общ} , г/л	0,2
7.	Zn, мг/л	1,85
8.	Cu, мг/л	0,44
9.	Cd, мг/л	следы
10.	Pb, мг/л	0,57

Поскольку в составе ЖФБ доминируют агрономически полезные микроорганизмы, трансформирующие соединения азота, углерода, фосфора, но при этом в нем практически отсутствуют патогенная микрофлора и паразиты, что соответствует требованиям ГОСТ Р 17. 4.3.07– 2001 Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

Проведена санитарно-бактериологическая оценка перепревшего индюшиного помета, гранулированного удобрения на основе индюшиного помета и жидкофазного биопрепарата. Результаты микробиологических исследований на ряд основных санитарно-бактериологических и санитарно-паразитических характеристик: БГКП, энтерококки (род *Enterococcus*), патогенная микрофлора, в т.ч. *Salmonella*, яйца и личинки гельминтов, цисты кишечных патогенных простейших не обнаружено.

4. В сельском хозяйстве использование нанопорошков металлов открывает широкие возможности в области производства микроудобрений и пестицидов.

Содержание меди в растениях зависит от их вида и почвы. Наличие меди в почвах колеблется в довольно широких пределах, в 1 кг почвы подзолистой зоны меди содержится от 1 до 10 мг, показатель меди в черноземах Алтая – 30-50 мг/кг почвы, в почвах Прибалтики — от 1,5 до 18,5 мг.

Уровень изменений концентрации микроэлементов в растениях зависит от способа внесения микроудобрений. Максимальное содержание микроэлементов в растениях получено при внесении микроэлементов непосредственно в почву, менее высоким – при предпосевной обработке семян и минимальным – при опрыскивании растений.

В вегетационных опытах проводилась предпосевная обработка семян наночастицами меди. Суспензия наночастиц была получена путем диспергирования ультразвуком в водном растворе. Со следующими характеристиками: Cu – 40-60 нм, фазовый состав: Cu – 100%, Суспензии готовили

согласно ТУ 931800-4270760-96 в ультразвуковой ванне (модель ПСБ- 5735-5), в Московском институте стали и сплавов. Нанопорошки меди в растворе содержали 0,01 г на гектарную норму высева семян.

2.4. Схема опытов и методика проведения исследований

Экспериментальные исследования проводились на территории земельного участка сельскохозяйственного назначения, принадлежащего ФГБУ «Госсорткомиссия» расположенного в Егорьевском районе Московской области в течение трех лет (2020-2022 гг).

Учеты и наблюдения выполнялись согласно общепринятым методикам и рекомендациям, математическая обработка данных полевого опыта проводилась по Б.А. Доспехову (1985), статистическая обработка полученных данных (программным комплексом STATISTICA, Microsoft Excel). Экономическая эффективность рассчитывается по общепринятой методике в сопоставимых ценах.

Метеорологические условия анализировались на основе данных метеорологической станции г.о. Егорьевск Московской области в течение всей вегетации растений во время проведения исследований.

Полевой и вегетационный опыт сопровождался полевыми исследованиями и наблюдениями: учет урожайности проводили укосным методом, сплошной уборки вегетационных сосудов, в полевом опыте учетной делянки 1 м², динамику линейного роста определяли подекадно и к моменту уборки урожая в 10 пунктах делянки в двух несмежных повторности опыта, путем измерения от основания до верхушки растений, целлюлозоразлагающую активность почвы определена по методике Е.Н. Мишустина методом аппликации.

Лабораторные исследования сельскохозяйственных культур выполнены в испытательной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанский», анализ почвенных образцов и органических удобрений проведен в

аккредитованной экоаналитической лаборатории ООО «Мещерский научно-технический центр» по общепринятым методикам.

В опытах проводилась предпосевная обработка семян жидкофазным биопрепаратом ЖФБ, и наночастицами металлов в вегетационном опыте, в качестве тест-культур использовались:

- ячмень яровой сорт Нур

Нур ® - сорт ярового ячменя (*Hordeum vulgare L.*), среднеспелый - вегетационный период 70-93 дня, среднерослый - устойчивость к полеганию высокая, включен в Государственный реестр в 2002 г., рекомендован для возделывания в Московской области.

- сенажная травосмесь:

1. овсяница луговая 20% *Festuca pratensis L.* - сорт Лихерольд,
2. кострец безостый 20% *Bromopsis inermis L.*,
3. тимофеевка луговая 20% *Phleum pratense L.* - сорт Лишка,
4. лядвенец рогатый 20% *Lotus corniculatus L.*- сорта Солнышко,
5. клевер луговой 20% *Trifolium pratense L.*

Посевные качества семян высеваемых культур представлены в таблице 2.4.1. Перед посевом для подсчета нормы посева определялись основные посевные качества семян высеваемых культур: чистота семян по ГОСТ 12037—81 «Семена сельскохозяйственных культур»; всхожесть семян по ГОСТ 12038—84 «Семена сельскохозяйственных культур»; влажность семян воздушно-тепловым методом ГОСТ 12041—82 «Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности»; массу 1000 семян в воздушно-сухом состоянии (у кондиционных семян) по ГОСТ 12041—82.

Таблица 2.4.1 - Посевные качества семян высеваемых культур

№	Культуры	%				Масса 1000 семян, г
		Чистота	Энергия прорастани я	Всхожесть	Влажност ь	
1	Ячмень яровой	98	98	75	13,0	43,5
2	Овсяница луговая	97	97	92	12,6	2,1
3	Кострец безостый	96	97	90	13,1	4,1
4	Тимофеевка луговая	95	98	86	12,6	0,55
5	Лядвенец рогатый	90	68	86	12,1	1,5
6	Клевер луговой	98	91	89	11,8	1,55

В семенах высеваемых культур отсутствуют сорняки (семена, плоды), вредители и возбудители болезней, имеющие карантинное значение для Российской Федерации, живые вредители и их личинки.

Из полученной нормы высева (НВ) ячменя и травосмеси на общую площадь опытного поля с учетом защитных полос 1577,6 кв.м. высеяно:

$$НВ_{\text{травосмесь}} = 3,5\text{г/кв.м} \times 1577,6\text{кв.м} = 5521,6 \text{ г (5,5 кг)}$$

$$НВ_{\text{ячмень}} = 32,5\text{г/кв.м} \times 1577,6\text{кв.м.} = 51272 \text{ г (51 кг) или } \sim 1,1 \text{ млн/ зерен}$$

В полевом опыте использовали нормы внесения индюшиного помета и гранулированного удобрения в двух дозах 15 т/га и 30 т/га. Доза внесения органических удобрений на деляну в полевом опыте S 38,1 м², составила 57/114 кг соответственно, на 1 вегетационный сосуд в вегетационном опыте 85,5/171 г/кг почвы.

2.4.1. Агротехника вегетационного опыта

В вегетационных исследованиях, проводимых в 2019 г имитировались полевые условия, основной целью было определение наиболее перспективных вариантов, результаты с наилучшими показателями переносить в полевой опыт последующие годы. Исследования по изучению эффективности применения

перепревшего индюшиного помета, гранулированного удобрения на основе индюшиного помета, и предпосевной обработке семян жидкофазным биопрепаратом ЖФБ, и наночастицами меди.

Вегетационные опыты проводились в сосудах, в 4-х кратной повторности. В качестве субстрата (среды) используется почва, отобранная весной 2019 года в фазе "физической спелости" с земельного участка с полевого участка с верхнего пахотного горизонта, предварительно просеянная через грохот диаметром 3мм. Сосуды для вегетационного опыта: материал пластика, объем 12 литров, диаметр 0,27 м., площадью открытой поверхности 0,057 м.кв., цвет белый. Каждый сосуд устанавливается в свой поддон. Готовые сосуды выставляются под открытым небом. Опыты проводились в сосудах, в 4-х кратной повторности. Схема вегетационного опыта представлена в таблице 2.4.2.

Внесение перепревшего индюшиного помета, гранулированного удобрения на основе индюшиного помета осуществлялось непосредственно перед посевом, равномерно, путем тщательного перемешивания. Обработка (замачивание) семян тест-культур жидкофазным биопрепаратом (ЖФБ) и наночастицами металлов перед посевом за 30 минут (расход действующего вещества 0,01 г/кг). Посев проводился ручным способом, глубина посадки 3 см между рядами.

Фенологические наблюдения в вегетационном опыте велись в течение вегетационного периода с 28 мая 2019 по 15 августа 2019 года.

Таблица 2.4.2. - Схема вегетационного опыта

№/№ варианта	Названия вариантов	Сокращения в таблицах названия вариантах
1.	Контроль (без удобрений)	Контроль
2.	Замачивание семян в суспензии нанопрошка меди - 0,01 г/кг	НПСu
3.	Замачивание семян в жидкофазном биопрепарате — ЖФБ	ЖФБ

Продолжение таблицы 2.4.2.

4.	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 85,5 г/кг сухой почвы	Г ₁₅
5.	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 171 г/кг сухой почвы	Г ₃₀
6.	Индюшиный помет - 85,5 г/кг сухой почвы	П ₁₅
7.	Индюшиный помет - 30т/га	П ₃₀
8.	Замачивание семян в суспензии нанопрошка меди - 0,01 г/кг + Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 85,5 г/кг сухой почвы	НПСu /Г ₁₅
9.	Замачивание семян в суспензии нанопрошка меди 0,01 г/кг + Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 171 г/кг сухой почвы	НПСu /Г ₃₀
10.	Замачивание семян в суспензии нанопрошка меди 0,01 г/кг + Индюшиный помет - 85,5 г/кг сухой почвы	НПСu /П ₁₅
11.	Замачивание семян в суспензии нанопрошка меди 0,01 г/кг + Индюшиный помет - 171 г/кг сухой почвы	НПСu /П ₃₀
12.	Замачивание семян в жидкофазном биопрепарате — ЖФБ + Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 85,5 г/кг сухой почвы	ЖФБ/Г ₁₅
13.	Замачивание семян в жидкофазном биопрепарате — ЖФБ + Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 171 г/кг сухой почвы	ЖФБ/Г ₃₀
14.	Замачивание семян в жидкофазном биопрепарате — ЖФБ + Индюшиный помет - 85,5 г/кг сухой почвы	ЖФБ/П ₁₅
15.	Замачивание семян в жидкофазном биопрепарате — ЖФБ Индюшиный помет - 171 г/кг сухой почвы	ЖФБ /П ₃₀

Оценка основных показателей вегетационного опыта.

В процессе изучения литературных данных и проведения исследований в вегетационных сосудах с целью имитации полевых условий и переноса в полевой опыт в последующие года были определены наиболее перспективные варианты. Проведен анализ полевой всхожести и сохранности растений в посевах, наступление фенологических фаз растений (устанавливалось по внешним морфологическим признакам), количественные и качественные изменения,

высота растений (измерялись в день массового наступления фазы, а также в последний день декады) (приложение 2 - 4)

Подсчет всхожести ячменя в вариантах с ЖФБ от 83 ...95%, в вариантах с НПСи от 81...88%, с индюшиным пометом 83...95%, с гранулированным удобрением 81%...95%, лучшая полнота всходов многолетних трав в вариантах с ЖФБ и гранулированным удобрением 90%. Сохранность посевов очень важный показатель, в значительной степени влияющий на величину урожая и его качество, в вариантах с применением ЖФБ и гранулированного удобрения в дозе 15т/га и 30т/га сохранностью посевов от 89 до 100% при внесении помета оно достаточно равномерно 88...100%, 67...100%.

В процессе жизненного цикла ячмень проходят следующие фазы роста и развития: всходы; кущение; выход в трубку; колошение; цветение; формирование и созревание зерна.

Высота ячменя определялась в каждом варианте 4-х вегетационных сосудов (по 5 растений в каждой). Высоту растений измерялась от поверхности почвы до конца листа, возвышающегося над другими листьями растения, если их приложить в выпрямленном состоянии к вертикально поставленной линейки.

Анализ продуктивности ячменя и многолетних травах при использовании на зеленый корм проведен в аккредитованной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанский» (приложение 5). Питательность 1 кг корма естественной влажности определена по методике проведения испытаний МУ по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г. погрешность метода испытаний не определяется, химический состав ячменя с многолетних трав при использовании на зеленый корм (приложение 6).

Агрохимический анализ почвы после проведения вегетационного опыта проведен аккредитованной экоаналитической лабораторией ООО «Мещерский научно-технический центр» (приложение 7).

По результатам комплексного анализа вариантов вегетационного опыта с применением наночастиц меди можно сделать вывод, что их применение не

оказало существенного влияния как на наступление фенологических фаз растений, так и на количественные и качественные характеристики ячменя и многолетних трав.

Для проведения полевого опыта нами выбраны наиболее перспективные варианты дальнейших исследований с применением перепревшего индюшиного помета, гранулированного удобрения на основе индюшиного помета в дозе 15т/га и 30т/га и обработка (замачивание) семян жидкофазным биопрепаратом (ЖФБ).

2.4.2. Агротехника полевого опыта

Для подготовки земельного участка к закладке полевого опыта и выравнивания пестроты почвенного плодородия в 2019 году проведен уравнительный посев горохо-овсяной смесью (горох посевной сорт СОФИЯ (*Pisum sativum* L.) категория оригинальные суперэлита, овес яровой сорт Яков (*Avena sativa* L.) категория РС 1 репродукция). Норма высева горох - 289 кг/га, овес - 120 кг/га.

Уравнительный посев проводился на участке площадью 6,25 га, по визуальной оценке выбрана наиболее однородная часть опытного участка рисунок 2.2.3.

Методика полевого опыта: закладка опыта, разбивка опытного участка проведены 22.05.2020. Разбивка основных линий в натуре с помощью стальной землемерной ленты длиной 20 м. Делянки длины и ширины 6*6,35, S 38,1 м², прямоугольной формы, (расположение ярусное). Защитная полоса 1,6 м. между каждой делянкой. Общая площадь под опытом – 1577 м². Угловые точки каждой делянки закреплены деревянными колышками 0,60 м. зарытые в землю. Число вариантов - 7, повторность – 4-х кратная (число (кратность) делянок с одинаковыми вариантами).

Метод размещения вариантов рендомизированный по количеству изучаемых факторов опыт многофакторный в опыте одновременно изучается действие и устанавливается характер и величина взаимодействия двух и более

факторов: изучение доз органических удобрений (индюшиный помет, гранулированное удобрение на основе индюшиного помета), предпосевная обработка ЖФБ влияние их на урожайность и повышение плодородия почвы, а также характер и величину их взаимодействия при совместном применении.

Таблица 2.4.5 - Схема полевого опыта

№ вариант а	Названия вариантов	Сокращения в таблицах названия вариантах
1.	Контроль (без удобрений)	Контроль
2.	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 15 т/га	Г ₁₅
3.	Замачивание семян в жидкофазном биопрепарате — ЖФБ + Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 15 т/га	Г ₁₅ /ЖФБ
4.	Индюшиный помет – 15 т/га	П ₁₅
5.	Индюшиный помет – 30 т/га	П ₃₀
6.	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета - 30 т/га	Г ₃₀
7.	Замачивание семян в жидкофазном биопрепарате — ЖФБ	ЖФБ

Агротехнические приемы проводимые в полевом опыте: лущение стерни (глубина 8 – 10 см), вспашка зяби (на глубину 20 – 22 см), ранневесеннее боронование (на глубину 4 – 6 см), внесение органических удобрений вручную (равномерное распределение взвешенной на весах нормы на каждую делянку согласно схемы), культивация с боронованием (на глубину 6 – 8 см), предпосевная обработка почвы, посев ячменя и травосмеси (глубина заделки семян ячменя 4 см, многолетних трав – 1,5 – 2 см), послепосевное прикатывание (рис.2.4.1).



Рисунок 2.4.1 - Агротехнические работы в полевом опыте 2020 г.

Закладка опыта и последующие наблюдения проведены в соответствии с методиками Доспехова Б. А. и Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур. Агротехника культур в опытах, изучаемых элементов технологии, соответствовала рекомендованной для Центрального района Нечерноземной зоны РФ.

Глава 3. ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ЖФБ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

3.1. Действие на рост и развитие

Показатели урожайности напрямую зависят от интенсивности линейного роста культур. Погодные условия и агроулучшающие приемы одни из основных факторов, оказывающих существенное влияние на биометрические показатели растений.

Для определения биометрических показателей в полевом опыте использовали количественные и приборные методы учета. Учетная (пробная) рамка квадратной формы, площадь рамки 1,0 м². Рамку располагают на делянке рендомизированным способом (рис. 3.1.1, 3.1.2).

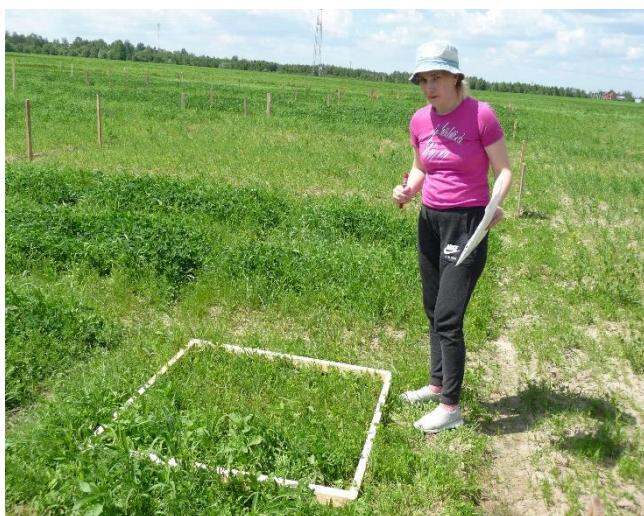


Рисунок 3.1.1 - Определение биометрических показателей



Рисунок 3.1.2 - Определение роста и развитие растений

Динамика линейного роста ячменя в разные фазы развития растений в вариантах с применением органических удобрений показала значительные опережения по высоте в сравнении с контролем, это можно объяснить тем, что внесенные в почву органические удобрения, способствовало закреплению питательных элементов, легкорастворимых солей азота, калия и подвижного фосфора.

Учет урожая ячменя проводили укосным методом 19 июля 2020, максимальное отличие от контроля наблюдалось в вариантах с применением индюшиного помета и гранулированного удобрения в дозе 30 т/га, и составила более 39% (табл. 3.1.1, приложение 9)

Таблица 3.1.1 - Динамика линейного роста ячменя ярового 2020 г., см

	Вариант	Фазы роста				Отклонение укос +/-	
		начало кущения	конец кущения	выход в трубку	начало колошения	см	%
		от посева суток					
		20	30	40	56 (укос)		
1	Контроль	8,5	20,8	35,4	47,1	-	-
2	Г ₁₅	10,0	51,8	57,3	66,4	19,3	29,1
3	Г ₁₅ /ЖФБ	9,5	46,6	58,9	64,8	17,7	27,3
4	П ₁₅	9,5	51,8	62,6	70,7	23,6	33,4
5	П ₃₀	10,0	59,9	64,9	77,9	30,8	39,5
6	Г ₃₀	10,7	62,7	70,4	78,3	31,2	39,8
7	ЖФБ	8,8	23,2	45,6	51,5	4,4	8,5
НСР ₀₅		2,2	5,41	6,05	9,39		

Накоплением надземной массы ячменя в первый год исследование показало, более раннее появление всходов растений в вариантах с обработкой семян ЖФБ не гарантирует развития растений в последующих фазах развития.

В первый год полевого опыта после сбора ячменя проводились наблюдения за многолетними травами в течении трех лет. В первый год исследований видовой зеленой массы соответствовал составу сенажной травосмеси: овсяница луговая 20%, кострец безостый 20%, тимофеевка луговая 20%, лядвенец рогатый 20%, клевер луговой 20%.

Во второй год в структуре травостоя 90% видового состава представляла тимофеевка луговая и клевер луговой, в третий год наблюдений 70% клевер, 30% многолетние травы сенажной смеси (табл. 3.1.2; приложение 10).

Укос зеленой массы показатели линейного роста проводились при

наступлении у клевера фазы бутонизации – начало цветения (фаза технической спелости). Злак тимофеевка находилась в фазе – колошение. Следует отметить, что растения на вариантах с применением органических удобрений отличались равномерно зеленой окраской, на контрольном варианте опыта наблюдался хлороз листьев, а на варианте с предпосевной обработкой ЖФБ – точечное пожелтение растений, что может говорить о нехватке питательных веществ, макро- или микроэлементов.

Визуальная оценка качества посевов показала похожую тенденцию с фенологическими наблюдениями, проведенными во второй и третий год наблюдений. Растения на вариантах с применением гранулированного индюшиного помета отличались однородностью, плотью травостоя, что подтверждает достаточное количество питательных элементов в почве.

Несмотря на то, что предпосевная обработка семян ЖФБ практически не оказала влияния на линейные показатели опытных культур, при этом воздействие биостимулятора привело к увеличению процента растений в фазе колошения до 70%, что больше на 35% в сравнении с контрольным вариантом опыта (35%), как и в варианте Г₁₅ЖФБ. При внесении гранулированного удобрения в дозе 30 т/га процент растений в фазе колошения составил 80%, что больше на 45% контрольного варианта опыта.

В среднем за три года исследований высота на контрольном варианте составила в среднем 53,2 см, органические удобрения в разных дозах способствовали улучшению роста многолетних трав в вариантах с применением перепревшего индюшиного помета в дозе 15 т/га и 30 т/га на 23,2 – 25,4 %, соответственно. Показатель линейного роста отмечен на варианте с применением гранулированного удобрения в дозе 30 т/га на 24%.

Таблица 3.1.2 – Влияние органических удобрений на высоту многолетних трав перед уборкой, см

	Вариант	2020	2021*	2022*	Средняя за три года	Отклонение от контроля +/-	
						см	%
1	Контроль	57,6	49	53,0	53,2	-	-
2	Г ₁₅	75,9	60,5	64,0	66,8	13,6	20,4
3	Г ₁₅ ЖФБ	68,9	58,5	63,3	63,6	10,4	16,4
4	П ₁₅	89,5	57,5	61,0	69,3	16,1	23,2
5	П ₃₀	90,5	61	62,3	71,3	18,1	25,4
6	Г ₃₀	79,2	60,5	70,3	70,0	16,8	24
7	ЖФБ	61,5	51	53,8	55,4	2,2	4
НСР ₀₅		6,75	4,67	5,16	5,52		

* в среднем за два укоса

Таким образом, выявлено, что динамика роста многолетних трав в течении трех лет происходило равномерно в течение всего периода и находилась в тесной зависимости от внесенных органических удобрений четко отслеживается, что наиболее интенсивно проходили ростовые процессы в вариантах с применением индюшиного помета и гранулированного удобрения.

Более высокие показатели многолетние травы на вариантах с применением перепревшего индюшиного помета в дозе 15 т/га и 30 т/га. В варианте с гранулированным удобрением в дозе 30 т/га лучшие показатели получены с ячменем и с многолетними травами.

3.2. Оценка засоренности посевов

Существенным фактором при введении земельных участков в сельскохозяйственный оборот и внесения органических удобрений на основе индюшиного помета в почву является засоренность почвы семенами сорняков. В процессе своего развития сорные растения, развиваясь в культурном фитоценозе, находятся в постоянной борьбе за свет, влагу и основные элементы

питания, уровень этой конкуренции характеризуется величиной, накопленной ими в течение вегетации биомассы.

При определении степени засоренности посевов малолетними сорняками на каждой варианте выделяли по площадке 1 м². Использовались показатели обилия масса живых растений (сырая масса всех надземных органов) сорняков в посевах в граммах на единицу площади, определяли количественным, количественно-весовым и видовым методами. Учет в посевах проводился во всех повторениях опыта в цикл развития фенологических явлений сорных растений в период бутонизации, в первый год опыта 19.07.2020, во второй и третий годы опыта в посевах многолетних трав засоренность учитывали в первый укос (табл. 3.2.1).

Таблица 3.2.1 – Влияние органических удобрений на засоренность посевов, 2020 г.

	Вариант	Масса сорных растений, г/м ²	Масса ячменя, г/м ²	% сорных растений	Степень распределения сорняков
1	Контроль	488	246	66	3
2	Г ₁₅	1282	507	72	3
3	Г ₁₅ ЖФБ	889	197	82	3
4	П ₁₅	1226	364	77	4
5	П ₃₀	2468	192	93	5
6	Г ₃₀	1452	380	79	4
7	ЖФБ	150	57	72	3
	НСР ₀₅	42,4	7,3		

Степень распределения сорняков оценивается по пятибалльной шкале: 1 балл - до 1 %, 2 балла 1-5 %, 3 балла 5-25 %, 4 балла 25-50 %, 5 баллов более 50 % площади занято сорной растительностью.

На вариантах с применением органических удобрений в первый год опыта приоритетное место занимали сорняки интенсивного типа развития: марь белая *Chenopodium album* L., осот полевой *Sonchus arvensis* L., полынь обыкновенная *Artemisia vulgaris* L.

Таблица 3.2.2 – Оценка засоренности посевов

№	Вариант	2020		2021		2022		Снижение за 3 года, %	
		Кол. сорняков, шт.	Сырая масса, г.	Кол. сорняков, шт.	Сырая масса, г.	Кол. сорняков, шт.	Сырая масса, г.	количество	массы
1	Контроль	17	488	14	280	6	120	64,7	75,4
2	Г ₁₅	37	1282	20	396	11	246	70,3	80,8
3	Г ₁₅ /ЖФБ	31	889	19	351	8	158	74,2	82,2
4	П ₁₅	57	1226	17	433	12	288	78,9	76,5
5	П ₃₀	83	2468	17	499	13	324	84,3	86,9
6	Г ₃₀	39	1452	16	301	12	241	69,2	83,4
7	ЖФБ	20	150	14	282	8	157	60,0	+4,7
НСР ₀₅		4,10	42,4	2,69	38,3	1,21	31,89		

Засоренность посевов в первый год опыта в вариантах с применением органических удобрений можно оценивать, как очень сильную (табл. 3.2.2, приложение 12).

Выращивание многолетних трав резко снизило общую засоренность за три года в вариантах с индюшиным пометом в дозах 15 т/га и 30 т/га от 78,9 %...84,3%, в вариантах с гранулированными удобрениями в тех же дозах в среднем до 70%. В варианте с применением ЖФБ без органических удобрений в первый год засоренность была минимальной, в течении двух лет без заметной динамики.

Нашими исследованиями в полевом опыте установлена высокая конкурирующая способность смеси многолетних травы второго и третьего года

пользования по отношению к сорнякам. Многолетние травы практически полностью вытеснили малолетнюю сорную растительность в агроценозе.

Подобное снижение засоренности малолетними сорняками обусловлено биологическими особенностями смеси многолетних трав в конкуренции с сорными растениями за факторы жизни.

Исключение составляет вариант с ЖФБ, в котором на второй и третий год увеличивалось выпадание растений многолетних трав в посеве.

3.3. Урожайность однолетних и многолетних культур

Урожайность и биохимический состав кормовых однолетних и многолетних культур является основными показателями их хозяйственной ценности.

При оценке результатов проведенного опыта установлена закономерность изменения урожайности ячменя и многолетних трав от уровня внесения органических удобрений в почву и предпосевной обработке семян ЖФБ.

В вариантах с применением индюшиного помета в дозе 30 т/га и обработка ЖФБ в первый год исследования, отмечены самые низкие показатели урожайности ячменя в сравнении с контролем составили 11,2 % и 8,2%. Максимальные значения и прибавка урожайности ячменя на зеленый корм и на сухую массу в варианте с применением гранулированного удобрения в дозе 15 т/га составили 100 %, результаты урожайности ячменя ярового в 2020 году представлены в табл. 3.3.1. приложение 14.

Скашивание ячменя на зеленый корм проводилось в начальной фазе колошения, побеги мягкие, сочные и на данном этапе ячмень содержит максимальное количество полезных макро - и микроэлементов. После образования колоса и корни, и стебли растения становятся слишком жесткими и уже не содержат большого количества питательных веществ, так как они были потрачены на образование зерен.

Таблица 3.3.1 Урожайность вегетативной массы ячменя ярового в 2020 г.

№	Вариант	Зеленая масса			Сухая масса		
		т/га	Прибавка к контролю		т/га	Прибавка к контролю	
			т/га	%		т/га	%
1	Контроль	2,32	-	-	0,67	-	-
2	Г ₁₅	5,07	2,75	118,5	1,34	0,67	100,0
3	Г ₁₅ /ЖФБ	2,65	0,33	14,2	0,95	0,28	41,8
4	П ₁₅	3,64	1,32	56,9	1,25	0,58	86,6
5	П ₃₀	2,58	0,26	11,2	0,71	0,04	6,0
6	Г ₃₀	3,80	1,48	63,8	0,85	0,18	26,9
7	ЖФБ	2,51	0,19	8,2	0,72	0,05	7,5
НСР ₀₅ т/га		0,74			0,17		

Анализируя урожайность ячменя в вариантах с применением индюшиного помета 30 т/га четко просматривается, зависимость засоренности посевов в первый год исследований и низкие показатели урожайности.

Наблюдения в нашем опыте показали, что во второй год урожайность зеленой и сухой массы многолетних трав была самой высокой во всех вариантах (табл. 3.3.2, 3.3.3). Снижение урожайности в третий год было намного значительней в вариантах с индюшиным пометом и с применяем ЖФБ.

Во второй год в вариантах с внесение перепревшего индюшиного помета и гранулированного удобрения в дозе 30 т/га и в сочетании с ЖФБ давало приблизительно одинаковую прибавку зеленой массы в сравнении с контрольным вариантом опыта и составляло от 53,0 до 58,3 т/га за два укоса. Предпосевная обработка семян ЖФБ практически не дало прибавки урожайности многолетних трав, что подтверждает результаты испытаний разработчиков в части активной работы данного препарата в сочетании с удобрениями.

Таблица 3.3.2 – Урожайность зеленой массы многолетних трав

	Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка							
						т/га				%			
		2020	2021*	2022*	Ср.	2020	2021	2022	Ср.	2020	2021	2022	Ср.
1	Контроль	18,6	26,9	24,2	23,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Г ₁₅	36,5	76,0	42,8	51,8	17,9	49,1	18,6	28,5	96,2	182,5	76,9	118,5
3	Г ₁₅ ЖФБ	27,8	53,0	38,8	39,9	9,2	26,1	14,6	16,6	49,5	97,0	60,3	68,9
4	П ₁₅	32,5	56,4	29,3	39,4	13,9	29,5	5,1	16,2	74,7	109,7	21,1	68,5
5	П ₃₀	34,6	58,3	28,8	40,6	16	31,4	4,6	17,3	86,0	116,7	19,0	73,9
6	Г ₃₀	29,9	58,2	34,9	41,0	11,3	31,3	10,7	17,8	60,8	116,4	44,2	73,8
7	ЖФБ	25,1	27,9	29,2	27,4	6,5	1	5	4,2	34,9	3,7	20,7	19,8
НСР _{05 т/га}		2,56	3,75	2,85	3,15								

* в среднем за два укоса

Эффективность органических удобрений во второй год исследований, показало максимальную урожайность зеленой массы многолетних трав 76 т/га в варианте с применением гранулированного удобрения в дозе 15 т/га. Урожайность сухой массы многолетних трав, на данном варианте опыта также оказалось максимальным и составило в первом укосе 12,7 т/га, что на 215,2 % больше контроля, во втором – 3,2 т/га (+34,2 % к контролю), по сумме за два укоса + 59,60 % к контролю. Несколько хуже создаются условия произрастания в случае применения Г₁₅ЖФБ, П₁₅, П₃₀, Г₃₀.

При анализе полученных данных этих вариантов видно, что за два укоса от применения Г₁₅ЖФБ получена урожайность сухой массы 43,61 %, П₁₅ – 57,94 %, П₃₀ – 75,86 %, Г₃₀ – 76,95 %.

В третий год исследований при выращивании многолетних трав без применения органического удобрения (контроль) урожайность на контрольном варианте за два укоса зеленой массы составила 24,2 т/га, а сухого вещества – 5,4 т/га.

Таблица 3.3.3 – Урожайность сухой массы многолетних трав

	Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка							
						т/га				%			
		2020	2021	2022	Ср.	2020	2021	2022	Ср.	2020	2021	2022	Ср.
1	Контроль	5,1	6,4	5,4	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Г ₁₅	8,3	15,9	7,1	10,4	3,2	9,5	1,7	4,8	62,7	148,4	31,5	80,9
3	Г ₁₅ ЖФБ	6,2	9,2	6,7	7,4	1,1	2,8	1,3	1,7	21,6	43,8	24,1	29,8
4	П ₁₅	5,6	10,1	5,6	7,1	0,5	3,7	0,2	1,5	9,8	57,8	3,7	23,8
5	П ₃₀	6,1	11,3	5,5	7,6	1	4,9	0,1	2,0	19,6	76,6	1,9	32,7
6	Г ₃₀	5,7	11,4	6,8	8,0	0,6	5	1,4	2,3	11,8	78,1	25,9	38,6
7	ЖФБ	6,9	6,9	5,6	6,5	1,8	0,5	0,2	0,8	35,3	7,8	3,7	15,6
НСР _{05 т/га}		2,56	1,4	1,05	1,66								

Наибольшая урожайность отмечена на вариантах с применением гранулированного удобрения Г₃₀ – 34,9 т/га и Г₁₅ – 42,8 т/га, что выше контрольного варианта опыта на 10,7 т/га и 18,6 т/га соответственно. При совместном применении органических удобрений и ЖФБ также наблюдалось повышение зеленой массы многолетних трав в сравнении с контролем на 14,6 т/га. При использовании в предпосевной обработке семян только биопрепаратом наблюдается значительная разница в сборе урожая, прибавка составила – 5 т/га.

Рассматривая варианты с применением гранулированного удобрения в дозах 15 т/га и 30 т/га урожайность за три года зеленой массы многолетних трав составила 155,3 т/га и 123 т/га, сухой массы 31,3 т/га и 23,9 т/га соответственно, что является лучшими показателями в опыте.

3.4. Химический состав однолетних и многолетних трав в зависимости от разных видов органических удобрений и ЖФБ

Для разработки эффективных мероприятий по созданию полноценной кормовой базы и оптимальному использованию кормовых ресурсов, необходимо иметь полное представление о химическом составе кормовых культур. Однако следует учитывать, что химический состав кормовых растений является

переменным фактором. Он существенно зависит от условий их выращивания, применяемых сортов, сроков сбора урожая и других факторов.

Для получения качественных кормов с максимальным выходом питательных веществ сеяных бобовых многолетних и однолетних культур рекомендуется скашивать в наиболее оптимальные фазы вегетации с начала цветения многолетних и начала образования бобов в нижних ярусах однолетних.

Химический состав ячменя ярового на зеленый корм (табл. 3.4.1 приложение 16), дата сбора 19.07.2020. Протоколы испытаний от 18.08.2020 ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская».

Таблица 3.4.1. Химический состав ячменя ярового на зеленый корм

№	Вариант	Массовая доля в пересчете на сухое вещество, %				Массовая доля при естественной влажности, мг/кг	
		сырого протеина	сырой клетчатки	сырой золы	сырого жира	Каротина	Нитратов
1	Контроль	6,64±0,24	27,81±2,31	8,36±0,37	1,69±0,45	6±3,7	480±65
2	Г ₁₅	8,33±0,28	31,32±2,49	8,69±0,38	2,31±0,47	8,5±3,95	1897,5±250
3	Г ₁₅ ЖФБ	9,23±0,31	32,31±2,53	9,35±0,4	2,03±0,47	9±4	3441,5±450
4	П ₁₅	9,03±0,3	31,02±2,47	9,27±0,4	1,94±0,47	9,5±4,1	4863±375
5	П ₃₀	10,39±0,34	31,02±2,47	10,74±0,46	2,05±0,47	7±3,85	15814,5±2055
6	Г ₃₀	10,76±0,35	31,51±2,49	10,2±0,44	2,45±0,48	7±3,8	9782±1274
7	ЖФБ	8,03±0,28	30,16±2,43	10,67±0,45	2,09±0,47	6,5±3,8	1057±140

Анализируя химический состав ячменя ярового на зеленый корм на содержание нитратов установлено значительное превышение предельно допустимых концентраций, установленных Департаментом ветеринарии Минсельхоза России 1000 мг/кг корма. В случае обнаружения повышенного количества токсичных веществ сверх предельно допустимых концентраций, сено оценивают, как неклассное.

В вариантах с применяем индюшиного помета в дозах 15 т/га и 30 т/га превышение нитратов в зеленой массе ячменя к контролю в 10 и 33 раза

соответственно, в варианте с гранулированным удобрением в дозах 30 т/га в 20 раз, в варианте гранулированное удобрение с ЖФБ в 7 раз.

Полученную зеленую массу ячменя мы рекомендуем использовать в качестве органического удобрения, как сидерат. Для более быстрого процесса разложения скошенную зеленую массу предлагаем измельчать, затем равномерно распределять по поверхности участка и запахивать культиватором в верхний плодородный слой.

Зеленую массу с вариантов гранулированное удобрение в дозе 15 т/га и с применяем ЖФБ использовать в качестве зеленого корма для животных или на компост строго ограничено по заключению ветеринарной службы.

По химическому составу и питательной ценности бобово-злаковое сено подразделяется на три класса качества и должно соответствовать нормативным требованиям, с учетом содержания массовой доли сухого вещества, сырого протеина, сырой клетчатки, сырой золы и обменной энергии (кормовых единиц).

Нормативные требования оценки качества и питательности кормов сеяных бобовых (многолетние и однолетние травы): массовая доля сухое вещество не менее 83 %, нормы содержания питательных веществ и энергии в 1 кг травы по классам I-II-III: сырой протеин не менее 13-11-9 %, сырая клетчатка не более 31-33-35 %, сырой зола не более 10-11-12 %, содержание токсичных веществ не должно превышать предельно допустимых концентраций нитратов -1000 мг/кг.

Содержание сырого протеина является одним из главных показателей пищевой ценности кормов, он играет важную роль в рационе животных, обеспечивая им необходимые аминокислоты для правильной жизнедеятельности и повышения производительности.

Анализируя химический состав многолетних трав (табл. 3.4.2, приложение 18) показателей за три года в полевом опыте установлено, что содержание сырого протеина в варианте с применяем гранулированного удобрения в дозе 15 т/га повышается к контролю возрастает на 21 %, что свидетельствует о высокой

протеиновой обеспеченности кормов. Самая низкая прибавка сырого протеина в варианте с пометом в дозе 30 т/га на 13%.

Характерно, что использование ЖФБ приводило к получению многолетних трав с содержанием сырого протеина 10.6%, т.е. с более высокому показателю в опыте.

Таблица 3.4.2 - Химический состав многолетних трав, 2020-2022 гг.,

№	Вариант	Массовая доля в пересчете на сухое вещество, %				Массовая доля при естественной влажности, мг/кг	
		сырого протеина	сырой клетчатки	сырой золы	сырого жира	Каротина	Нитратов
1	Контроль	7,47±0,3	28,70±2,3	7,95±0,3	1,47±0,4	9±4	308±40
2	Г ₁₅	9,47±0,3	33,73±2,6	8,36±0,4	1,82±0,5	20±6	711±94
3	Г ₁₅ ЖФБ	9,87±0,3	33,43±2,6	7,97±0,4	1,88±0,5	16±5	1149±165
4	П ₁₅	9,37±0,3	32,13±2,5	7,90±0,3	1,72±0,5	13±5	742±98
5	П ₃₀	8,63±0,3	31,17±2,5	9,22±0,4	2,14±0,5	12±4	1837±261
6	Г ₃₀	8,77±0,3	30,80±2,5	8,08±0,3	1,90±0,5	15±5	1690±206
7	ЖФБ	10,6±0,4	30,60±2,4	8,64±0,4	1,87±0,5	16±5	525±71

В условиях проведенного полевого опыта содержание сырой клетчатки при скашивании травостоя на сено с ростом доз органических удобрений уменьшалась, на контроле 28,7% и до максимального показателя варианте Г₁₅ 33,73%, в сравнении с контролем на 5,03%, в варианте Г₃₀ 30,8 %, минимальная прибавка в варианте с ЖФБ на 1,9% при анализе данных в среднем за 3 года исследований.

Растительные корма содержат относительно мало сырой золы при этом, ее содержание очень важно в рационе питания животных, ее количество может достигать 10%. В наших опытах содержание сырой золы в сене находится в пределах 7,97% - 9,22%.

Положительно сказывалось на количестве сырого жира в сене внесение органических удобрений во всех вариантах опыта. Максимальное количество жира в составе установлено в варианте П₃₀ прибавка к контролю 31%.

В целом, исходя из экспериментальных данных полевого опыта, проведенного в течение трех лет (2020, 2021, 2022 гг.) в условиях дерново-подзолистой почвы в южной части Нечерноземной зоны РФ, можно заключить, что продуктивность кормов из многолетних трав при использовании на сено в вариантах внесения разных видов органических удобрений, по содержанию сырого протеина, клетчатки, золы, жира, нитратов и каротина соответствовало нормам, принятым в рационах сельскохозяйственных животных.

Глава 4. ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ЖФБ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

4.1. Содержание органического вещества в почве

Для изучения эффективности разных видов органических удобрений на содержание органического вещества в почве за 2020-2022 г, по вариантам полевого опыта в осенний период были отобраны почвенные пробы, анализ образцов проведен в аккредитованной экоаналитической лаборатории ООО «Мещерский научно-технический центр» по ГОСТ 26213-91, ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества, перед закладкой опыта весной 2020 года показатель органического вещества в почве составлял 3,5%. Изменения содержания органического вещества за три года исследования представлены в таблице и рисунке 4.1.1.

Таблица 4.1.1 - Содержание органического вещества в почве, %

№	Вариант	2020	2021	2022	Изменения за 3 года	Отклонения от контроля
1	Контроль	2,2±0,4	3,8±0,6	3,8±0,6	+0,3	-
2	Г ₁₅	2,5±0,4	5,2±0,5	5,3±0,5	+1,8	+1,5
3	Г ₁₅ /ЖФБ	2,0±0,4	5,0±0,7	4,8±0,7	+1,3	+1
4	П ₁₅	1,9±0,4	4,5±0,7	4,8±0,6	+1,3	+1
5	П ₃₀	2,4±0,5	5,2±0,5	4,9±0,7	+1,4	+1,1
6	Г ₃₀	2,3±0,5	5,9±0,6	4,7±0,5	+1,2	+0,9
7	ЖФБ	1,4±0,3	5,0±0,7	4,3±0,6	+0,8	+0,5

При внесении в почву гранулированных удобрений в дозе 15 т/га, наблюдается увеличение органического вещества в почве за три года на 1,5 % по сравнению с контролем. С увеличением дозы внесения индюшиного помета и гранулированного удобрения в дозах 15т/га и 30 т/га не выявлено значительной разницы эффекта по накоплению содержания органического вещества значения показателя 1,2...1,4%.

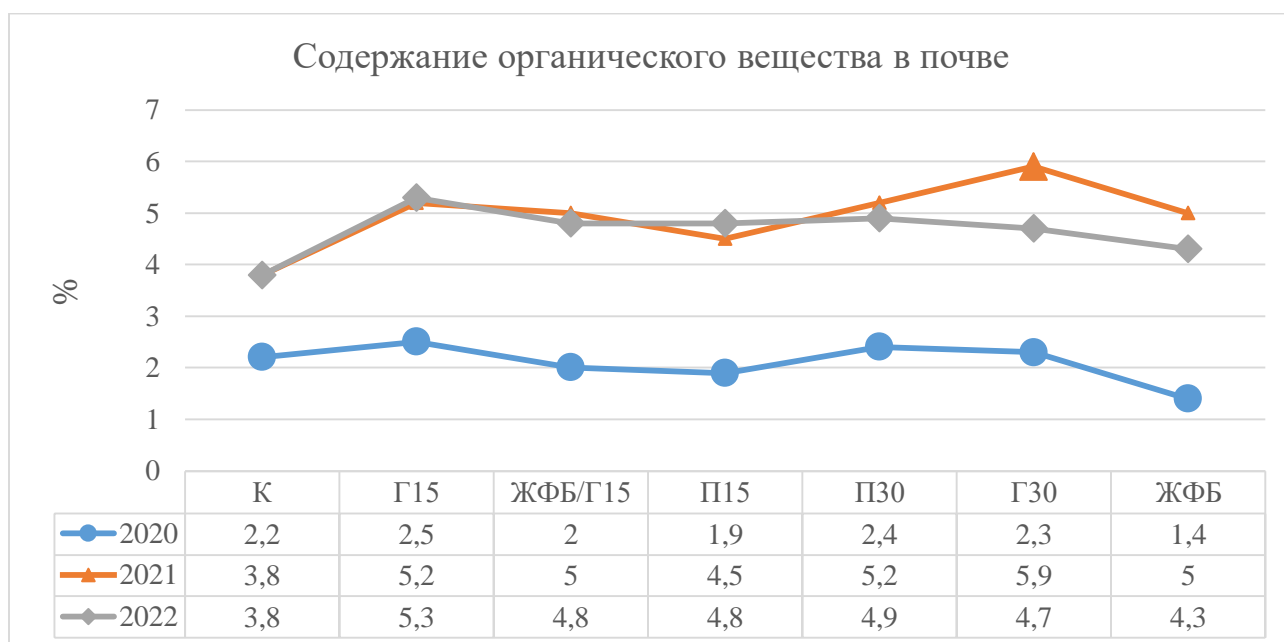


Рисунок 4.1.1. – Динамика образования органического вещества за три года

Максимальная увеличения органического вещества в почве зафиксировано во второй год исследования в варианте Г₃₀ - 5,9%.

4.2. Влияние органических удобрений на обменную и актуальную кислотности

Реакция почвы оказывает влияние на питательный режим почв, рост, развитие и урожайность растений, деятельность микроорганизмов почвы, трансформацию форм питательных элементов удобрений и почвы, агрофизические, агрохимические, физико-химические и биологические свойства почв. Удобрения позволяют регулировать реакцию почв в желаемую для возделываемых культур сторону.

Перед закладкой опыта весной 2020 года актуальная кислотность в водной вытяжке почвы составляла $pH_{\text{вод}} 6,6 \pm 0,1$, обменная кислотность $pH_{\text{KCl}} 5,2 \pm 0,1$. Динамика изменения кислотности почвы за три года представлена в таблицах 4.2.1, 4.2.2.

Таблица 4.2.1 - Актуальная кислотность почвы, $pH_{вод}$

№	Вариант	2020	2021	2022	Изменения за 3 года
1	Контроль	5,8±0,1	6,2±0,1	5,2±0,1	1,4
2	Г ₁₅	6,0±0,1	6,3±0,1	5,4±0,1	1,2
3	Г ₁₅ /ЖФБ	5,9±0,1	5,9±0,1	5,6±0,1	1
4	П ₁₅	6,1±0,1	6,1±0,1	6,0±0,1	0,6
5	П ₃₀	6,0±0,1	6,5±0,1	5,4±0,1	1,2
6	Г ₃₀	5,4±0,1	6,7±0,1	5,2±0,1	1,4
7	ЖФБ	5,9±0,1	6,2±0,1	5,4±0,1	1,2

Результаты проведенных наблюдений за динамикой изменения актуальной кислотности пахотного слоя (0 – 20 см) показали ее снижение в течении трех лет во всех вариантах опыта.

Таблица 4.2.2 - Обменная кислотность почвы, $pH_{КС}$

№	Вариант	2020	2021	2022	Изменения за 3 года
1	Контроль	5,1±0,1	5,3±0,1	4,6±0,1	-0,6
2	Г ₁₅	5,0±0,1	5,2±0,1	4,8±0,1	-0,4
3	Г ₁₅ /ЖФБ	4,5±0,1	5,5±0,1	5,0±0,1	-0,2
4	П ₁₅	5,2±0,1	5,3±0,1	5,2±0,1	0
5	П ₃₀	6,0±0,1	5,5±0,1	4,8±0,1	-0,4
6	Г ₃₀	5,4±0,1	5,6±0,1	4,5±0,1	-0,7
7	ЖФБ	4,6±0,1	5,2±0,1	4,5±0,1	-0,7

Процесс закисления зависит от естественного почвообразовательного процесса. В вариантах Г₃₀, ЖФБ изменения были наиболее значимые 0,7 ед. Обменная кислотность на контрольном варианте снизилась на 0,6 ед. в течении

трех лет. В варианте с применением индюшиного помета в дозе 15 т/га не оказало влияния на изменения обменной кислотности.

Вполне логично, что выращивание многолетних трав оказало влияние на снижение кислотности, это обусловлено щелочной реакцией среды при которой происходит обогащение почвы ППК (почвенно-поглощающий комплекс).

4.3. Динамика накопления общего азота и нитратов в почве

Исследование процессов трансформации азота в системе «растение-удобрение-почва» имеет огромное практическое и научное значение. Азот, наряду с углеродом, водородом и кислородом, является одним из элементов-органогенов. Он включен в состав белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, ферментов, фосфолипидов, большинства витаминов и других органических азотсодержащих соединений. Важно исследовать эти процессы и их влияние на растение и почву.

Динамика изменения общего азота и нитратов за три года представлена в таблицах 4.3.1, 4.3.2.

В опытах исходная почва полевого участка в 2020 году содержала общего азота $0,019 \pm 0,02$ %, нитраты $7,9 \pm 0,5$ млн.

Таблица 4.3.1 - Динамика общего азота в почве, %

№	Вариант	2020	2021	2022	Изменения за 3 года	Изменения за 3 года, %
1	Контроль	$0,14 \pm 0,02$	$0,097 \pm 0,014$	$0,044 \pm 0,009$	+0,025	56,8
2	Г ₁₅	$0,098 \pm 0,014$	$0,14 \pm 0,02$	$0,049 \pm 0,01$	+0,03	68,2
3	Г ₁₅ /ЖФБ	$0,17 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,02$	$0,022 \pm 0,008$	+0,003	6,8
4	П ₁₅	$0,13 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,02$	$0,042 \pm 0,009$	+0,023	52,3
5	П ₃₀	$0,18 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,02$	$0,021 \pm 0,008$	+0,002	4,5
6	Г ₃₀	$0,19 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,01$	$0,027 \pm 0,008$	+0,008	18,2
7	ЖФБ	$0,12 \pm 0,02$	$0,078 \pm 0,012$	$0,020 \pm 0,02$	+0,001	2,3

В ходе изучения динамики общего азота от применения органических удобрений в течении трех лет, не выявлена зависимость от повышения дозы

внесения 15 т/га и 30 т/га как от индюшиного помета, так и от гранулированного удобрения. По данным полевого опыта, видно, что в варианте Г₁₅ максимально увеличилось содержание общего азота в почве на 68,2%. Минимальное увеличения показателя в вариантах Г₁₅/ЖФБ - 6,8%, П₃₀ - 4,5%, ЖФБ – 2,3%.

Наблюдения за содержанием нитратов в почве с учетом внесения органических удобрений показывает, что накопление этой формы минерального азота определяется потенциальными запасами почвенного плодородия. Определения нитратов в почве проводилось согласно ГОСТ 26488-85 по методу ЦИНАО.

Таблица 4.3.2 - Динамика накопления нитратов в почве, мг/кг.

№	Вариант	2020	2021	2022	Изменения за 3 года
1	Контроль	7,4±0,6	1,7±0,5	1,3±0,5	- 6,6
2	Г ₁₅	7,4±0,6	2,5±0,6	1,6±0,5	- 6,3
3	Г ₁₅ /ЖФБ	4,1±0,6	1,3±0,5	0,9±0,4	- 7,0
4	П ₁₅	6,6±0,6	1,6±0,5	1,4±0,5	- 6,5
5	П ₃₀	9,8±0,7	1,3±0,5	1,3±0,5	- 6,6
6	Г ₃₀	16,2±1,2	8,2±0,7	3,6±0,6	- 4,3
7	ЖФБ	3,0±0,6	0,6±0,4	0,7±0,4	- 7,2

Максимальные показатели содержания нитратов в почве наблюдались в первый год исследования во всех вариантах. Самый высокий показатель нитратов в течении трех лет в варианте Г₃₀ в первый год исследования - 16,2 мг/кг, на третий год 3,6 мг/кг.

Полученные данные определяют непосредственное влияние от применения органических удобрений на динамику содержания нитратов в почве. Влияние ЖФБ в двух вариантах в первый год активно снизило содержание нитратов в почве, в следующие два года также происходило снижения.

4.4. Содержание подвижных соединений фосфора и калия

Доступность фосфора в почве на протяжении всего вегетационного периода является ключевым фактором для высокой урожайности сельскохозяйственных культур. Особенно важно обеспечить достаточное количество фосфора в условиях недостатка тепла. Воздействие удобрений, содержащих фосфор, на растения зависит от различных факторов, включая взаимодействие с почвой и ее характеристики.

Поступление фосфора в почву с органическими удобрениями способствует активному развитию корневой системы однолетних и многолетних трав во время всей вегетации и способствует улучшению азотного обмена.

По данным А.Х. Шеуджена (2015) большая часть фосфора в помете, представленная органическими соединениями, слабо закрепляется в почве и хорошо усваивается растениями. Поэтому фосфор из помета усваивается лучше, чем из минеральных удобрений.

В ходе исследований изучалась динамика накопления подвижных форм фосфора и калия в почвенном профиле 0-20 см, исходные показатели фосфор – 238 ± 50 , калий - 108 ± 16 . Влияние органических удобрений на количество подвижного фосфора в почве показано в таблице 4.4.1, на количество подвижного калия в таблице 4.4.2

Определения подвижных соединений фосфора и калия в почве проводилось согласно ГОСТ Р 54650-2011 по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

Полученные данные полевого опыта, показывают, что на вариантах с применением органических удобрений в дозе 30 т/га существенно изменило содержания фосфора в почве по сравнению с контролем (табл. 4.4.1). В вариантах с применением ЖФБ повышение фосфора было минимальным.

Таблица 4.4.1 - Влияние органических удобрений на количество подвижного фосфора в почве, мг/кг

№	Вариант	2020	2021	2022	Среднее за три года	Изменения за 3 года
1	Контроль	460±92	532±130	441±89	478±104	+ 240
2	Г ₁₅	358±72	291±59	409±79	353±70	+ 115
3	Г ₁₅ /ЖФБ	312±62	209±48	372±74	298±61	+ 60
4	П ₁₅	360±72	318±62	443±89	374±74	+ 136
5	П ₃₀	297±59	882±173	455±90	545±109	+ 307
6	Г ₃₀	443±89	718±147	454±90	538±107	+ 300
7	ЖФБ	260±52	255±52	256±52	257±52	+ 19

Калий относится к важнейшим элементам питания растений, вынос которого с урожаем сельскохозяйственных культур всегда больше, чем фосфора, а часто и азота. Особая роль принадлежит калию в регуляции водного обмена. Известна также роль калия в поддержании процессов метаболизма при слабой освещенности и низкой температуре воздуха.

Доказано, что калий ускоряет фотосинтез, так как активизирует ферменты, стимулирует отток углеводов в места их запасаения и потребления, регулирует поступление углекислоты в листья, положительно влияет на азотный обмен, повышает устойчивость к грибковым заболеваниям и стрессам.

В практике сельского хозяйства основным показателем обеспеченности растений калием в настоящее время принято считать содержание в почве подвижного калия.

Таблица 4.4.2 - Влияние органических удобрений на количество подвижного калия в почве, мг/кг

№	Вариант	2020	2021	2022	Среднее за три года	Изменения за 3 года
1	Контроль	133±20	171±26	118±18	141±21	+ 33

Продолжение таблицы 4.4.2

2	Г ₁₅	182±27	195±29	139±21	172±26	+ 64
3	Г ₁₅ /ЖФБ	167±25	151±23	178±27	165±25	+ 57
4	П ₁₅	160±24	216±32	383±57	253±38	+ 145
5	П ₃₀	122±18	301±45	140±21	188±28	+ 80
6	Г ₃₀	127±19	340±51	132±20	200±30	+ 92
7	ЖФБ	77,5±11,6	153±6	109±16	113±11	+ 5

В ходе изучения влияния органических удобрений на содержание подвижного калия в почве установлена определенная зависимость. Применение помета в дозе 15 т/га способствовало максимальному увеличению содержания подвижного калия на 145 мг/кг. Увеличение дозы внесения помета 30 т/га не дало прибавку в среднем 80 мг/кг. Увеличение дозы гранулированного удобрения с 15 т/га до 30 т/га привело к увеличению подвижного калия на 28 мг/кг.

4.5. Изменения биологической активности почвы

Используя скорость разложения целлюлозы, возможно определить общий уровень биологической активности в почве для использования в практических приложениях землепользования.

Начало работы Международной биологической программы International Biological Programme привело к разработке нового метода измерения целлюлозоразлагающей активности для почвенно-экологических исследований за рубежом. Исследования показали, что использование хлопчатобумажного полотна позволяет достичь сопоставимых результатов по скорости разложения целлюлозы. Это особенно важно, учитывая, что в природных условиях целлюлоза разлагается множеством аэробных и анаэробных грибов и бактерий, которые справляются с этой задачей даже в экстремальных условиях температуры и pH.

Биохимическое разложение целлюлозы изменения прочности хлопковой ткани при разложении в связи с ферментативной деградацией и применения

анализа хлопковой ткани, а также изучить более широкие аспекты измерения и важность разложения целлюлозы в почвах.

Целлюлозоразлагающей активности почв определена по методике Е.Н. Мишустина, методом аппликации (рис. 4.5.1, 4.5.2).



Рисунок 4.5.1 – Закладка по методу аппликации



Рисунок 4.5.2 – Извлечение хлопчатобумажного полотна

Для исследования использовали хлопчатобумажные мешочки, в которые помещали подготовленное стерильное стекло размером 7,5*12,5 см. Закладку проводили вертикально в пахотном слое почвы 0—15 см. Время закладки в течении трех лет на период 30 и 100 суток в каждый вариант четырех повторностей (табл. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, рис. 4.5.3, 4.5.4, приложение 26-28).

При оценке целлюлозоразлагающей активности почв использовалась шкала, предложенная Д.Г. Звягинцевым: очень слабая – < 10 %, слабая – 10-30 %, средняя – 30-50 %, сильная – 50- 80 %, очень сильная > 80 %.

По убыли в массе рассчитывали интенсивность процесса разрушения клетчатки. Для определения целлюлозоразлагающей активности по потере массы (в процентах) используется формулу (1):

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100, \quad (1)$$

где, m_1 — исходная масса ткани, гр;

m_2 — остаточная масса ткани, гр.

По разнице в весе определялось количество распавшейся клетчатки (в %).

Таблица 4.5.1 - Целлюлозоразлагающая активность почвы, %

№	Вариант	Степень разложения ткани за период 30 суток				Степень разложения ткани за период 100 суток			
		2020	2021	2022	среднее	2020	2021	2022	среднее
1	Контроль	14,33	12,73	10,39	12,48	65,90	63,22	33,53	54,22
2	Г ₁₅	19,76	17,62	13,21	16,86	95,14	81,08	48,42	74,88
3	Г ₁₅ /ЖФБ	17,35	15,37	12,10	14,94	84,57	69,42	55,57	69,85
4	П ₁₅	16,76	23,17	12,72	17,55	67,83	78,11	40,75	62,23
5	П ₃₀	18,93	16,76	14,36	16,68	75,93	79,71	39,83	65,16
6	Г ₃₀	25,27	12,90	15,84	18,00	98,38	88,56	51,34	79,43
7	ЖФБ	15,80	14,9	15,91	15,54	73,15	76,47	42,66	64,09

Применение органических удобрений оказало существенное влияние на микробиологические процессы в почве.

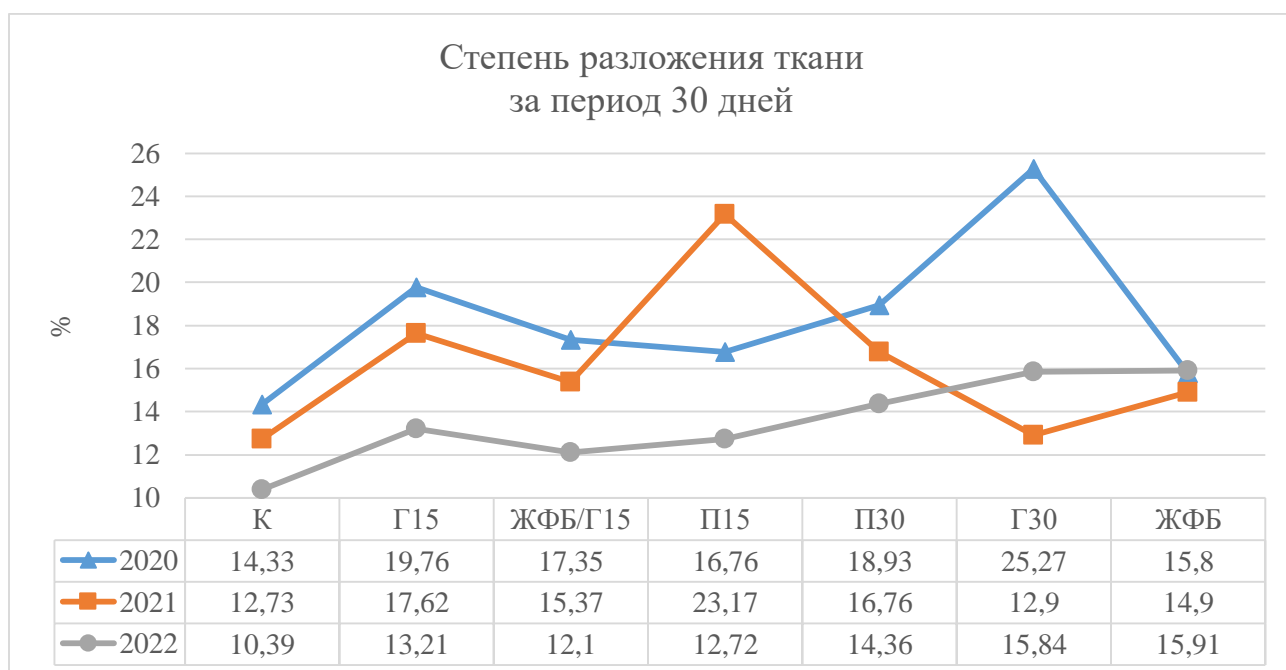


Рисунок 4.5.3 – Целлюлозоразлагающей активности почвы за 30 суток

В условиях вегетационного периода за три года исследований внесение органических удобрений способствовало увеличению биологической

активности почвы. Установлена зависимость целлюлозоразлагающей активности почвы с увеличением дозы внесения органических удобрений и характеризовалась согласно шкале Звягинцева как сильная. В вариантах без внесения удобрений биологическая активность оценивалась как слабая.

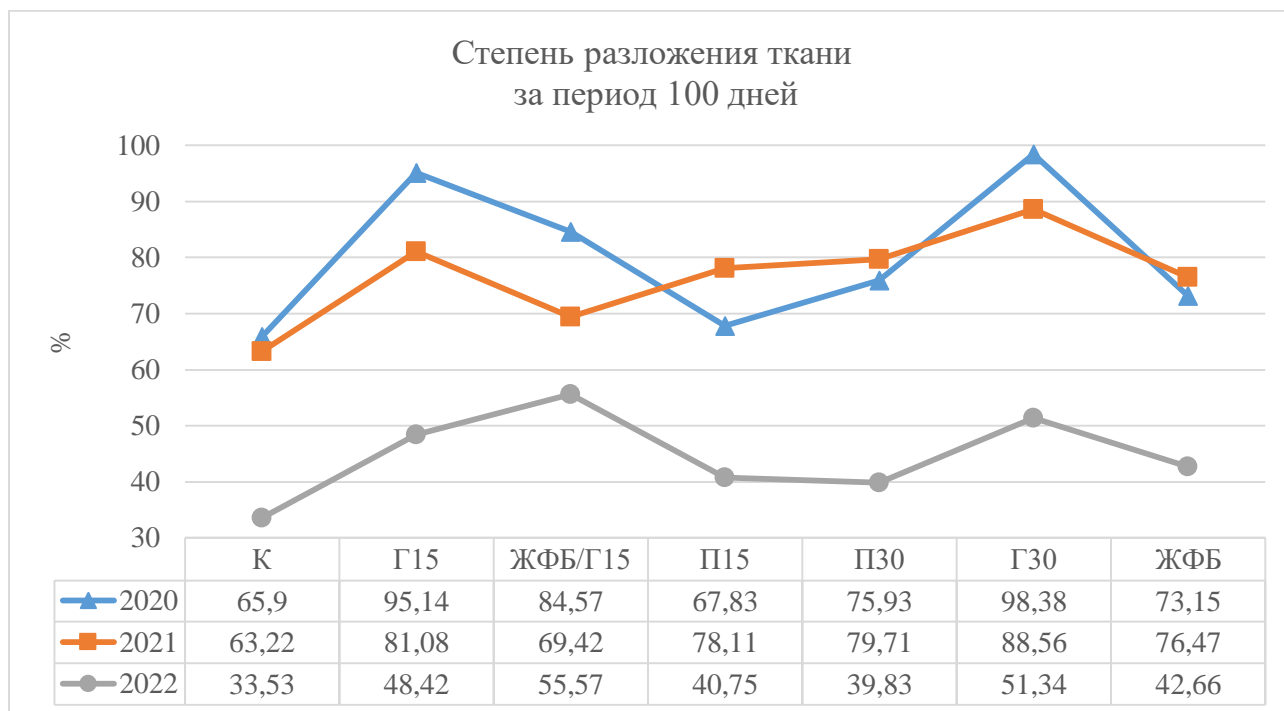


Рисунок 4.5.3 – Целлюлозоразлагающей активности почвы за 100 суток

Микробиологическая активность в почве в вариантах с применением гранулированных удобрений в течении трех лет исследования была стабильно выше, чем на контроле.

Не было обнаружено существенной корреляции между скоростью разложения целлюлозы и концентрациями азота (N), фосфора (P), калия (K), хотя взаимосвязь между скоростью разложения и почвенным азотом заслуживает дальнейшего изучения.

4.6. Вынос и баланс азота в почве при возделывании сельскохозяйственных культур

Систематическое отчуждение элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур приводит к нарушению их баланса, а, следовательно, и снижению почвенного плодородия. В связи с этим возрастает необходимость сохранять положительный баланс элементов питания в

пахотном слое дерново-подзолистых почв с учетом различной антропогенной нагрузки. При любой системе удобрений бездефицитный баланс азота является условием получения высокого урожая.

По результатам исследований в полевом опыте в среднем за 3 года (2020, 2021, 2022 гг.) был рассчитан вынос и баланс азота при возделывании ячменя и многолетних трав (табл. 4.6.1, 4.6.2, 4.6.3, 4.6.4).

Данные по содержанию азота в зеленой массе ячменя и многолетних трав по годам проведения исследования представлены в таблице 4.6.1.

Таблица 4.6.1 - Содержание азота в зеленой массе сельскохозяйственных культур

№	Вариант	Ячмень		Многолетние травы*	
		Урожайность, т/га	Содержание азота, %	Урожайность, т/га	Содержание азота, %
1	Контроль	2,32	1,06	23,2	1,20
2	Г ₁₅	5,07	1,33	51,8	1,51
3	Г ₁₅ /ЖФБ	2,65	1,48	39,9	1,58
4	П ₁₅	3,64	1,44	39,4	1,50
5	П ₃₀	2,58	1,66	40,6	1,38
6	Г ₃₀	3,80	1,72	41,0	1,40
7	ЖФБ	2,51	1,28	27,4	1,70

* в среднем за 3 года

Максимальное содержание азота в зеленой массе ячменя в вариантах с дозой органических удобрений 30 т/га, в многолетних травах на содержание азота повлиял ЖФБ, в варианте Г₁₅/ЖФБ – 1,58%, и ЖФБ -1,70 %.

Внесение органических удобрений в почву проводилось однократно в первый год исследования, анализ содержания азота поступающего в почву рассчитан по содержанию общего азота в органических удобрениях, показан в таблице 4.6.2.

Таблица 4.6.2 - Поступление азота в почву при внесении органических удобрений, кг/га

	Вид органического удобрения	Общий азот, %	Дозы органического удобрения	
			15 т/га	30 т/га
1	Индюшиный помета	7,4%	1100	2200
2	Гранулированное удобрение	8,94%	1341	2682

Максимальное количество азота поступающего в почву с органическим удобрением в варианте Г₃₀ – 2682 кг/га.

Вынос азота на 1 т сельскохозяйственной продукции при внесении разных видов органических удобрений показан в таблице 4.6.3.

Таблица 4.6.3 - Суммарный вынос азота при внесении органических удобрений, кг/га

№	Вариант	Урожайность, т/га	Общий азот, %	Суммарный вынос азота, кг/га	Выносы N, на 1 т продукции
1	К	25,52	2,26	576,8	22,6
2	Г ₁₅	56,87	2,84	1615,1	28,4
3	Г ₁₅ /ЖФБ	42,55	3,06	1302,0	30,6
4	П ₁₅	43,04	2,94	1265,4	29,4
5	П ₃₀	43,18	3,04	1312,7	30,4
6	Г ₃₀	44,8	3,12	1397,8	31,2
7	ЖФБ	29,91	2,98	891,3	29,8

Как видно из полученных данных, вынос азота значительно варьировал по вариантам опыта и зависел от применения органических удобрений, их сочетаний с ЖФБ и доз внесения.

На контроле без применения удобрений вынос азота составил: 576,8 кг/га, в варианте с ЖФБ 891,3 кг/га и в варианте с максимальной урожайностью – Г₁₅-1615,1 кг/га.

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур с применением органических удобрений особое значение имеет учет выноса азота в расчете на 1 т продукции. В условиях дерново-подзолистой почвы в Центральной части Нечерноземной зоны при возделывании многолетних трав были получены данные по выносу азота на 1 т продукции: на контроле 22,6, в варианте Г₃₀ максимальный вынос азота 31,2, в варианте с ЖФБ – 29,8.

Расчет баланса азота (табл. 4.6.4) показал, при значительно более низкой урожайности на вариантах без применения органических удобрений на контроле и с применением ЖФБ получен высокий дефицит азота. Внесение органических удобрений в дозе 30 т/га обеспечило значительный профицит азота.

Таблица 4.6.4 – Баланс азота при возделывании сельскохозяйственных культур (в среднем за 3 года), кг/га

№	Вариант	Приход	Расход	Баланс
1	К	-	576,8	- 576,8
2	Г ₁₅	1341	1615,1	-274,1
3	Г ₁₅ /ЖФБ	1341	1302,0	39
4	П ₁₅	1100	1265,4	-165,4
5	П ₃₀	2200	1312,7	887,3
6	Г ₃₀	2682	1397,8	1284,2
7	ЖФБ	-	891,3	- 891,3

Учитывая большую прибавку урожайности многолетних трав, на вариантах с действием органическим удобрением в оптимальной дозе 15 т/га, баланс азота в размере 39, -165,4 -274,1 кг/га, можно считать допустимым.

Глава 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЕМОВ

5.1. Экономическая эффективность

В условиях рыночной экономики важнейшей задачей при производстве растениеводческой продукции является повышение рентабельности. Применение энергетически и экономически целесообразных технологических приемов способствует более рациональному использованию материальных и земельных ресурсов. Конечным результатом разработки новых технологий должно быть повышение эффекта, который представляет собой соотношение полезного результата (сохранение почвенного плодородия, повышение продуктивности культуры, улучшения качества продукции) и затрат на производственный процесс. Экономическая эффективность любого приема агротехнологии оценивается по его влиянию на улучшение конечных показателей сельскохозяйственного производства.

Использование органических удобрений должно обеспечить прирост урожайности, который позволит окупить затраты на них. Органические удобрения имеют преимущество перед минеральными удобрениями, так как их положительное влияние на урожайность и качество продукции сохраняется в течение 3-4 лет после применения, в то время как минеральные удобрения оказывают воздействие только в течение одного года, в некоторых случаях двух.

Для определения экономической эффективности различных вариантов выращивания однолетних трав и многолетних бобово-злаковых трав на сено при введении земельного участка в сельскохозяйственный оборот, мы провели расчет затрат с использованием технологических карт, с учетом вариантов полевого опыта и внесения разных видов органических удобрений (табл. 5.1.1). Расчет экономической эффективности был выполнен на основе средних данных за 2020-2022 годы, с использованием общепринятой методики для определения норм выработки и тарифных ставок, учитывая технологические карты.

Затраты 1 года (основная обработка почвы лушение стерни, вспашка зяби, двукратное боронование, посев, прикатывание) проводились в первый год исследования в данном случае в 2020 году.

Расценка содержит прямые затраты работы на период 2000 года (цены Москвы и Московской области). Для расчета стоимости затрат на агротехнические работы на участке согласно технологической карте, к стоимости работы применялся индекс пересчета в цены 2020 года.

Индекс изменения сметной стоимости к уровню цен по состоянию к 2000 на 2020 в сельском хозяйстве 9,69.

Таблица 5.1.1 – Калькуляция затрат на проведение агротехнических работ на 2020 год, единица измерений на 1 га

Технологическая операция	Шифр расценки и коды ресурсов	Затраты, руб	
		на 1 га	с учетом индекса на 2020 год
Лушение стерни	ТЕР 47-02-012-04	61,93	600,10
Вспашка зяби	ТЕР 47-02-006-02	187,43	1816,20
Ранневесеннее боронование почвы в один след	ТЕР 47-02-012-06	10,40	100,78
Внесение с механизированной загрузкой и разбрасыванием удобрений: органических	ТЕР 47-02-050-01	53,67	520,06
Культивация почвы с одновременным боронованием	ТЕР 47-02-012-07	42,39	410,76
Предпосевная обработка	ТЕР 47-02-012-08	40,79	395,26
Посев: однолетних и многолетних трав	ТЕР 47-02-093-02	61,41	595,06
Послепосевное Прикатывание посевов	ТЕР 47-02-093-03	58,34	565,31
Итого			5003,53

Оценка экономической эффективности использования органических удобрений определяется следующими факторами: увеличение урожая

сельскохозяйственных культур и увеличении выхода продукции с единицы площади; получении дополнительной продукции (как в натуральном, так и в денежном выражении) на единицу удобрения и на рубль затрат; чистым доходом (выручка от продажи продукции за вычетом затрат на производство и использование удобрений, сбор урожая и реализацию дополнительной продукции) и уровнем рентабельности использования удобрений.

Стоимость продукции принята, как средняя рыночная стоимость сена многолетних бобовых трав в регионе за период 2020-2022 года.

При расчете производственных затрат учитывались (табл. 5.1.2):

1. Затраты на приобретение и транспортировку семенного материала исходя из норм высева 325 кг/га ячмень сорта Нур 15 руб.кг (4875 руб.), 35 кг/га сенажная травосмесь (verdana senag silage mixture 1 special mixture for hay and grass) - 265 руб. кг. (9275 руб.) итого 14150 руб. (затраты на транспортировку принимались равными 30 % от стоимости груза 4245 руб.).

2. Затраты на приобретение и транспортировку индюшиного помета, гранулированного удобрения, ЖФБ. Стоимость 1 тонны индюшиного помета 1250 руб., в расчете на 15 т/га -18750 руб., в расчете на 30 т/га – 37500 руб. стоимость одного кг гранулированного удобрения на основе индюшиного помета 10 руб. в расчете на 15 т/га 75000 руб, в расчете на 30 т/га – 150000 руб соответственно 1 тонна 15000 руб., цена единого литра ЖФБ составила 150 руб., при дозе внесения на гектарную норму высева семян, на гектар соответственно - 15000 руб. Затраты на внутрихозяйственную перевозку удобрений определены в зависимости от сложившихся средневзвешенных расстояний транспортировки в различных регионах страны. Средний радиус внутрихозяйственных перевозок варьируется от 3 до 15 км. Затраты на транспортировку принимались равными 30 % от стоимости индюшиного помета 15 т/га - 5625 руб., 30 т/га 11250 руб., гранулированного удобрения 15 т/га – 22500 руб., 30 т/га – 45000 руб., ЖФБ – 4500 руб.

3. Расчет операционных затрат по возделыванию культуры проводился по типовой технологической карте.

4. Коммерческие и управленческие затраты составили 30 % от производственных затрат.

Стоимость полученной продукции рассчитывалась исходя из данных Росстата о средней стоимости тонны зеленого корма в регионе, которая составила в 2020 г. 3000 руб., бобово-злаковое сено 4500 руб.

Стоимость прибавки урожая рассчитывается как прирост основной и побочной продукции, умноженный на стоимость одной зерновой единицы в центнерах. При сравнительной оценке можно использовать показатели нормативного увеличения урожая для подстилочного навоза с содержанием 1 тонны азота, фосфора и калия.

Таблица 5.1.2 Нормативная прибавка урожая от 1 т пометных удобрений

Вид удобрения	Содержание NPK в 1 т, кг	Нормативная прибавка урожая, ц з.е.
Помет с подстилкой: из опилок влажностью 40 %	36	1,67
Опилкопометный компост	12,9	0,60

Учитывая, что эффективность навозных удобрений с одинаковым содержанием азота, фосфора и калия в большинстве случаев равноценна подстилочному навозу, можно рассчитать прибавку урожая от использования различных их видов и форм.

Таблица 5.1.3 Расчет экономической эффективности

Показатели	Варианты опыта						
	Контроль	Г ₁₅	Г ₁₅ /ЖФБ	П ₁₅	П ₃₀	Г ₃₀	ЖФБ
Урожай продукции, т/га	72,02	160,37	122,25	121,84	124,28	126,8	84,71
в т.ч. ячмень на зеленый корм	2,32	5,07	2,65	3,64	2,58	3,8	2,51
в т.ч. бобово-злаковое сено	69,7	155,3	119,6	118,2	121,7	123	82,2
Затраты на приобретение и транспортировку семенного материала, руб.	18395	18395	18395	18395	18395	18395	18395
Затраты на приобретение и транспортировку пометных удобрений, руб./га	-	97500	117000	24375	48750	195000	19500
Операционные затраты, руб.	4483,47	5003,53	5003,53	5003,53	5003,53	5003,53	5003,53
Коммерческие и управленческие расходы, руб.	6863,541	36269,56	42119,56	14332,06	21644,56	65519,56	12869,56
Производственные затраты всего, руб.	29742,01	157168,1	182518,1	62105,59	93793,09	283918,1	55768,09
Стоимость зеленого корма и бобово-злакового сена, руб.	313650	698850	538200	531900	547650	553500	369900
Себестоимость продукции, руб./т	412,97	980,03	1492,99	509,73	754,69	2239,10	658,34
Чистый доход, руб.	283907,99	541681,9	355681,9	469794,4	453856,9	269581,9	314131,9
Уровень рентабельности, %	9,55	3,45	1,95	7,56	4,84	0,95	5,63

В каждом конкретном случае показатели эффективности применения органических удобрений могут меняться, так как сырьевая база, материально-техническое обеспечение, радиус транспортировки организация производства удобрений — величины динамические, во многом определяемые местными условиями. При этом, согласно полученным данным, в условиях проведенного полевого опыта по показателям чистого дохода за три года, наиболее целесообразно использовать в качестве органического удобрения гранулированное удобрение на основе индюшиного подстилочного помета в дозе 15 т/га, где чистый доход составил 541 тыс.руб.

Следует отметить, что применение гранулированных удобрений сильно увеличивало производственные затраты, в связи с большой себестоимостью, это компенсировалась ростом урожайности и увеличением стоимости продукции в среднем за три года.

Таким образом, применение гранулированного удобрения в дозе 15т/га, способствовали улучшению показателей экономической эффективности, ростом рентабельности и снижением себестоимости. Главными резервами повышения эффективности вовлечение в сельскохозяйственное производство неиспользуемых угодий в условиях южной части Нечерноземной зоны, является применение альтернативных методов повышения агрономической эффективности растениеводства. Несомненно, дополнительный положительный эффект применения гранулированного удобрения наблюдается по изменениям агрохимических характеристиках почвы.

5.2. Экологическая безопасность

Птицефабрики не проявляют достаточной инициативы по внедрению современных технологий переработки птичьего помета. Однако утилизация птичьего помета не только экологически необходима, но и экономически выгодна. Ведь если есть птица, то есть и помет, который следует использовать в качестве органических удобрений. Организация переработки птичьего помета позволит создать безотходное, высокорентабельное производство разных видов

органических удобрений на базе уже существующих птицефабрик и фермерских хозяйств.

В исследованиях проведен комплексный экологический анализ на содержание тяжелых металлов (свинец - Pb, кадмий - Cd), микроэлементов (цинк - Zn, медь - Cu) и нитратов - NO₃ в фильтрационной воде, индюшином помете, гранулированном удобрении и почве.

В вегетационном опыте в 3-кратной повторности проведен анализ инфильтрационных вод за пределами корнеобитаемого слоя почвы (0,35 м) после применения индюшиного помета и гранулированного удобрения в дозе 15 т/га и 30 т/га, опытная культура овес яровой *Avena sativa* L. сорт Яков (рисунок 5.2.1, 5.2.2).

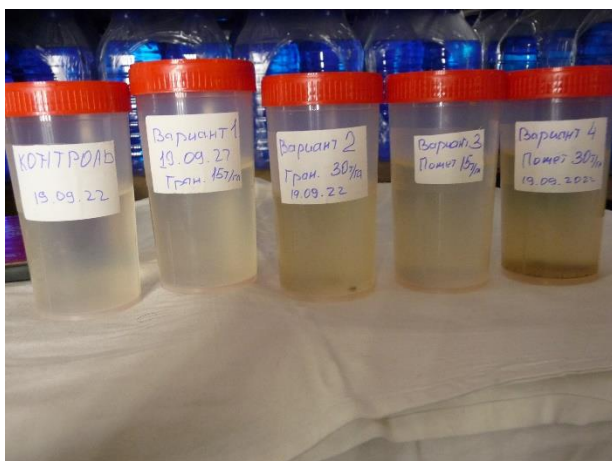


Рисунок 5.2.1 – Фильтрационная вода при вегетационном опыте



Рисунок 5.2.2 – Подготовленные к опыту вегетационные сосуды

Варианты вегетационного опыта с применением перепревшего индюшиного помета в дозе 15 и 30 т/га (П₁₅ и П₃₀) и гранулированного удобрения в дозе 15 и 30 т/га (Г₁₅ и Г₃₀) и контроль (без удобрений).

Таблица 5.2.1 - Массовая концентрация показателей в фильтрационной воде, при применении органических удобрений, мг/дм³

№	Вариант	Pb	Zn	Cu	Cd	NO ₃
1	Контроль	0,0086±0,0028	0,014±0,004	0,007±0,0028	0,002±0,0005	39,6±5,9
2	Г ₁₅	0,0079±0,0026	0,010±0,003	0,0097±0,0039	0,0024±0,0006	44,6±6,7
3	П ₁₅	0,0085±0,0028	0,077±0,019	0,018±0,005	0,0017±0,0004	61,0±9,1
4	П ₃₀	0,006±0,002	0,015±0,004	0,010±0,003	0,0015±0,0004	145±22
5	Г ₃₀	0,007±0,0023	0,060±0,015	0,046±0,012	0,0019±0,0005	53,2±8,0
ПДК		0,01	5,00	1,00	0,001	45,00

Анализ показателей в фильтрационной воде не дал однозначного результата, в контрольном варианте содержание свинца выше чем в остальных вариантах, максимальное содержание цинка в варианте с П₁₅, меди в варианте Г₃₀, кадмия в Г₁₅. Содержание нитратов в воде во всех вариантах кроме контроля и Г₁₅ выше показателя ПДК, максимальное содержание в варианте П₃₀ 145 мг/кг, что выше ПДК ~ 3 раза.

Таблица 5.2.2 – Содержание элементов в органических удобрениях, мг/кг

№	Определяемый компонент	Индюшинный помет	Гранулированное удобрение	Массовая концентрация, не более:
1	Zn	767±230	1849±555	
2	Cu	235	262	
3	Cd	1,1	0,74	2,0
4	Pb	1,9	1,7	130

Экспериментальные данные позволяют сделать следующий вывод, содержание тяжелых металлов и микроэлементов в процессе центрифугирования индюшиного помета в расчете на сухое вещество меняется незначительно. Концентрация абсолютных токсикантов – свинца и кадмия – как в помете, так и в гранулированном удобрении существенно ниже допустимой нормы, в гранулированном в сравнении с пометом ниже на 0,36 и 0,2 мг/г.

соответственно. Содержание микроэлементов цинка и меди в органических удобрениях является высоким, с учетом выноса элементов растениями и потерь их за пределы пахотного слоя не приводит к сверхнормативному загрязнению почв и растительной продукции данными элементами. Таким образом, в имеющихся концентрациях содержание в органических удобрениях тяжелых металлов и микроэлементов следует трактовать не как токсиканты, а как важнейшие микроэлементы и как положительный фактор, свидетельствующий о высокой агрономической ценности гранулированного удобрения.

Изменения содержания элементов и тяжелых металлов в почве за три года исследования представлены в таблице 5.2.3.

Таблица 5.2.3 – Влияние органических удобрений на содержание тяжелых металлов и микроэлементов в почве, мг/кг

№	Вариант	2020				2021				2022			
		Zn	Cu	Cd	Pb	Zn	Cu	Cd	Pb	Zn	Cu	Cd	Pb
1	Контроль	25,1±7,5	4,7	0,12	5,8	16,7±5,0	4,6	0,11	5,2	15,7±4,8	4,5	0,11	5,2
2	Г ₁₅	23,8±7,1	4,3	0,11	5,8	17,5±5,3	4,2	0,12	5,0	15,5 ±4,8	4,1	0,12	5,3
3	Г ₁₅ ЖФБ	25,5±7,6	4,3	0,11	4,7	18,9±5,7	4,2	0,13	5,0	17,0±5,3	4,1	0,12	4,7
4	П ₁₅	20,3±6,1	3,5	0,087	4,1	21,4±6,4	4,6	0,12	5,3	16,66±5,0	3,9	0,1	4,6
5	П ₃₀	21,2±6,4	4,0	0,11	4,8	21,6±6,5	5,0	0,11	5,2	17,2±5,3	4,4	0,11	4,8
6	Г ₃₀	27,0±8,1	4,7	0,12	5,2	17,5±5,3	4,8	0,11	4,9	18,0±5,6	4,6	0,13	4,9
7	ЖФБ	18,8±5,6	3,7	0,096	3,8	15,8±4,8	3,3	0,095	4,8	13,1±4,2	3,4	0,1	4,2

Лабораторные анализы по содержанию тяжелых металлов и микроэлементов в почве за 2020-2022 г г, проведены в химико-аналитической лаборатории ООО «Мещерский научно-технический центр», перед закладкой опыта весной 2020 года показатели мг/кг: цинк 33,8±10, медь 5,3, кадмий 0,12, свинец 10,1.

Анализ динамики микроэлементов и тяжелых металлов в почве за три года исследований не дал однозначного вывода и не определил закономерности повышения либо снижения их содержания в зависимости от дозы внесения и вида органических удобрений.

Особое внимание при дальнейших исследованиях должны быть направлено на изучение экологической безопасности, в том числе влияние разных видов и доз органических удобрений на биологическую активность почвы, миграцию микроэлементов и тяжелых металлов по профилю почвы и получение экологически безопасной кормовой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе изложены результаты трехлетних научных исследований (2020, 2021, 2022 гг.), выполненных в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ на залежных дерново-подзолистых почвах в полевом опыте, где испытывалось влияние разных видов органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом на продуктивность сельскохозяйственных культур и свойства почвы.

На основе проведенного эксперимента с учетом величины урожайности однолетних и многолетних трав, улучшения агрохимических свойств почвы, агроэкономических и экологических показателей установлена целесообразность применения органических удобрений на основе индюшиного подстилочного помета при освоении залежных дерново-подзолистых почв в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ.

В повышении продуктивности и устойчивости однолетних и многолетних трав, как показали исследования, большое значение имеет применение органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом при оптимизации их сочетаний и доз. При этом наибольшая эффективность достигалась от внесения гранулированного органического удобрения на основе индюшиного подстилочного помета в дозе 15 т/га, что обеспечивало получение средне ежегодного урожая многолетних трав 51,8 т/га, или на 118,5% выше контроля без удобрений. Бобово-злаковое сено характеризовалось высокой кормовой ценностью и содержало 9,47% сырого протеина, 1,82% сырого жира, 8,36% сырой золы, 33,73% сырой клетчатки, что соответствовало оптимальным нормам кормления сельскохозяйственных животных.

На основании трехлетних данных анализа почвенных проб (в среднем за 2020, 2021, 2022 гг.) установлено, что разные виды органических удобрений явились положительным фактором в сохранении и улучшении агрохимических свойств залежных дерново-подзолистых почв.

Выводы

1. На основе проведенного полевого опыта в течение всего периода наблюдений, установлена прямая зависимости влияния органических удобрений и ЖФБ на рост, развитие, засоренность посевов, урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

- в среднем за 3 года, органические удобрения в разных дозах способствовали интенсификации ростовых процессов многолетних трав, более высокая динамика роста отмечена в вариантах с применением индюшиного помета и гранулированного удобрения в дозе 15 т/га и 30 т/га на 23,2 – 25,4% по отношению к контролю.
- внесение гранулированного удобрения в дозе 15 т/га обеспечило наибольшую урожайность многолетних трав за три года (средняя урожайность составила - 51,8 т/га, что в 2,2 раза выше контрольного варианта опыта – 23,2 т/га).
- применение органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом оказали положительное влияние на питательную ценность многолетних трав: содержание сырого протеина увеличилось от 8,63 % до 10,6 %, сырого жира от 1,72 % до 2,14 %, сырой золы от 7,97 % до 9,22 %, сырой клетчатки от 30,6 % до 33,73%. Максимальная продуктивность с высокими питательными достоинствами с содержанием в 1 кг корма естественной влажности получена в варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га: перевариваемого протеина 7,22 г, кормовыми единицами 0,74 кг и обменной энергией 9,26 МДж.
- внесение органических удобрений оказывало значительное влияние на засоренность посевов, в вариантах с применением индюшиного помета в двух дозах в первый год засоренность посевов оценивается, как очень сильную. Выращивание многолетних трав резко снизило общую засоренность за три года в вариантах с индюшиным пометом в дозе 15 т/га и 30 т/га от 78,9 %...84,3%, в вариантах с гранулированными удобрениями в тех же дозах в среднем до 70%.

К третьему году опыта многолетние травы практически полностью вытеснили малолетнюю сорную растительность.

2. На основании трехлетних данных анализа почвенных проб (в среднем за 2020, 2021, 2022 гг.) установлено, что применение органических удобрений оказало значительное влияние на агрохимические свойства дерново-подзолистых почв: содержание органического вещества, реакцию почвенной среды, накопление азота, динамику подвижных соединений фосфора и калия, а также на биологическую активность почвы.

- согласно химическому анализу почвы органические удобрения оказали положительное влияние на агрохимические показатели залежной дерново-подзолистой почвы. Их внесение способствовало повышению содержания органического вещества в почве от 3,8 % на контрольном варианте до 4,3 % - 5,3 %, улучшило реакции почвенной среды и биологическую активность почвы.

- наиболее существенные изменения биологической активности в почве произошли за счет пролонгированного действия гранулированного удобрения, в вариантах с их применением в течении трех лет активность была стабильно выше, чем на контроле.

3. Возделывание однолетних и многолетних трав при внесении гранулированных органических удобрений позволило достичь высокой экономической эффективности. Наибольший эффект получен в варианте с использовать гранулированное удобрения в дозе 15 т/га, где чистый доход составил 541 тыс.руб.

4. Комплексная оценка экологической безопасности применения органических удобрений на дерново-подзолистых почвах, позволяет сделать вывод, что нормы внесения индюшиного помета и гранулированного удобрения на основе индюшиного помета не должны превышать дозу более 30 т/га, повышение дозы может привести к увеличению в почве и водоемах избыточного количества нитратов и тяжелых металлов.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В южной части Нечерноземной части РФ, при введении в сельскохозяйственный оборот залежных дерново-подзолистых почв, целесообразно возделывать смешанные и поливидовые посевы бобовых и злаковых многолетних трав в течение 3-летнего периода использования. Для обеспечения среднегодовой урожайности высококачественного сена на уровне 51,8 т/га, а также для достижения наибольшей экономической эффективности рекомендуется вносить гранулированное удобрение на основе перепревшего индюшиного помета в дозе 15 т/га перед посевом в весенний период в первый год освоения земельного участка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Н.С. Птицепродуктовый подкомплекс юга Тюменской области: современное состояние и перспективы // Аграрный вестник Урала. 2008. №9. С. 43-44.
2. Аверьянов, Ю.И. Анализ существующих способов утилизации птичьего помета / Ю.И. Аверьянов, А.В. Старунов, И.А. Зонова // Вестник ЧГАА. – 2010. №1. – С. 11 - 14.
3. Агафонов, Е.В. Влияние индюшиного помёта на урожайность кукурузы на зерно на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев // Кукуруза и сорго. - 2010. - № 3. – С. 11-13.
4. Агафонов, Е.В. Птичий помёт – важный ресурс повышения урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв Ростовской области: учебное пособие / Е. В. Агафонов, Р. А. Каменев. – пос. Персиановский: Изд-во Донского госагроуниверситета, 2013. – 70 с
5. Агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий / В. А. Шевченко, Э. Б. Дедова, Н. З. Шамсутдинов [и др.]. - Москва: ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, 2022. - 205 с.
6. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства [Текст] / В.Б. Беляк. – Пенза: «Пензенская правда», 2008. – С. 121-144.
7. Ван Мансвелт Я.Д. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы / Ван Мансвелт Я.Д., Темирбекова С.К. // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 3. – С. 478–486. DOI:10.15389/agrobiology.2017.3.478 rus.
8. Васин, В.Г., Киселева Л.В., Сравнительная характеристика одновидовых посевов многолетних трав и бобово-злаковых травосмесей / В.Г. Васин, Л.В. Киселева// Достижения и новейшие технологии в агрономии на рубеже веков. – Самара, – 2002. – С. 154-156.

9. Вильдфлуш, И. Р. и др. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии : рекомендации / – Горки : Изд-во УО Белорусская ГСХА, 2015. – 50 с.
10. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях [Текст] В.Р. Вильямс // Собрание сочинений. – М.: Гос.изд-во с.-х. литература, 1951. – Т. 8. – С. 192-217.
11. Вилясов Г.П. Комплексные гранулированные удобрения на основе торфа. – Минск: Наука и техника, 1988. – 160 с.
12. Вождаева, Н.Г. Окультуривание сельскохозяйственных земель – основа повышения экономического плодородия // Вестник НГИЭИ. – 2011. – № 1(2). – С. 132-143.
13. Волков, С. Н. Землеустройство [Текст]: учебник / С. Н. Волков. – М.: ГУЗ, 2013. – 992 с. (С.33).
14. Волков, С.Н., Комов, Н.В., Хлыстун, В.Н. Как достичь эффективного управления земельными ресурсами в России? // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 3. С. 3-7.
15. Володина, Т.И., Левченкова, А.Н., Некрасов, Ю.В. Изменение содержания минерального азота в дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава под влиянием различных систем удобрений // Молочнохозяйственный вестник. - 2015. - №3 (19). - С. 13-19.
16. Востров, И.С. Определение биологической активности почвы различными методами/ И.С. Востров, А.Н. Петрова // Микробиология. – 1961. – № 4. – С. 665-669. 2. Купревич, В.Ф. Почвенная энзимология/ В.Ф. Купревич, Т.А. Щербакова. – Минск : Наука и техника, 1966. – 273 с.
17. Вьюгин, С.М., Вьюгина Г.М. Регулирование фитосанитарного состояния агроценозов // Земледелие. – 2015. - № 12. – С. 26-28.
18. Гарзанов, А.Л., Дорофеева О.А. Производство гранулированных органических и органоминеральных удобрений из помета и навоза // Агрофарм. 2018, 3 кв - с. 58-59.

19. Гарзанов, А.Л., Дорофеева, О.А. Производство гранулированных органических и органоминеральных удобрений из помета и навоза – наилучшие доступные технологии их утилизации // Труды ИАЭП, 2018, вып.95 – с.224-231.
20. Головня, А. И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаковыми в экспериментальных погодных условиях / А. И.
21. Головня, Н. И. Разумейко // Кормопроизводство. – 2012. – № 4. – С.10-12.
22. Госпрограмма эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/news/42191> (дата обращения: 20.02.2023).
23. ГОСТ Р 53765 – 2009. Помет птицы. Сырьё для производства органических удобрений. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2010.
24. ГОСТ Р 59055-2020. Охрана окружающей среды. Земли. Термины и определения, 2020.
25. ГОСТ Р 53117 – 2008. Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. - Москва: Стандартинформ, 2019.
26. Грехова, И. В. Гуминовый препарат из низинного торфа // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. - С. 87-90.
27. Давлеев, А. Д. Российское индейководство вышло в мировые лидеры // Интернет журнал Ценовик. Сельскохозяйственное обозрение. – 2022. - Режим доступа: <https://www.tsenovik.ru>.
28. Джабборов, Н.И., Добринов, А.В. Выбор технологии и технических средств восстановления залежных земель в зависимости от степени засоренности в условиях повышенного увлажнения //АгроЭкоИнженерия. 2020. № 4 (105). С. 30-48.

29. Джабраилова, Б. С. Возможности вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель в регионах СЗФО // Аграрный вестник Урала. 2021. № 11 (214). С. 56–66.

30. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021 – 404 с.

31. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов // – М.: агропромиздат, – 1985. – 351 с.

32. Дронова, Т. Н. Расширение ассортимента многолетних бобовых трав – важнейший резерв кормопроизводства [Текст]/ Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева и др. // Вопросы мелиорации. – 2008. – № 5-6. – С. 43-52.

33. Дубенок, Н. Н. Научные подходы к решению проблем мелиоративного комплекса нечерноземной зоны Российской Федерации // Современное состояние и инновационные пути развития мелиорации и орошаемого земледелия: материалы междунар. науч.-практ. конф. специалистов, ученых и аспирантов, посвящ. 75-летию Победы в Великой Отечеств. войне. Махачкала, 2020. С. 23–35.

34. Емельянова, Т. А., Столяров, В. М., Ломакин, Г. В., Мельникова, А. А. Актуальные проблемы введения в оборот неиспользуемых земель // Московский экономический журнал. 2019. № 11. С. 11–18.

35. Завалин, А.А. Биологический и минеральный азот в земледелии России / А. А. Завалин. - М.: Всерос. науч.-исслед. институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2022. - 256 с.

36. Звягинцев, Д.Г. Основные принципы функционирования комплекса почвенных микробов // Сборник науч. трудов (Проблемы почвоведения). М.: Наука, 1986. С. 97–102.

37. Зинковский, В.Н. Управление плодородием осушаемых земель в системе комплексных мелиораций с применением биологических мелиорантов/ В.Н. Зинковский, Т.С. Зинковская, И.Н. Барановский // Сб.: Осушительная

мелиорация в Нечерноземной зоне Российской Федерации: состояние и прогноз. – Тверь, 2009. – С. 175-185.

38. Зубец, А.Н. Эколого-агрехимические факторы устойчивости серой лесной почвы к подкислению в условиях юга Центрального Нечерноземья: дис. канд. биол. наук : 06.01.04 [Текст]/ Зубец Александр Николаевич. – Москва, 2008. – 149 с.

39. Зыков, А. В., Юнин. В. А., Захаров. А. М. Использование робототехнических средств в АПК // Международный научно исследовательский журнал. 2019. № 3 (81). С. 8-11. DOI: 10.23670/IRJ.2019.81.3.001.

40. Иванов, А.И. Мелиорация как необходимое средство развития земледелия Нечерноземной зоны России / А.И. Иванов, Ю.Г. Янко // Агрофизика. - 2019. - №1. - С.67-78.

41. Иванов, Е.С., Виноградов. Д.В., Бышов. Н.В., Барановский. А.В., Блинова. Э.А. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. учебник. Рязань. 2019. – 308 с.

42. Иванов, П.К. Влияние многолетних трав и однолетних культур на структуру почвы/ П.К. Иванов, А.Б. Семенова // Труды Саратовского СХИ. – 1969. – Т. XXIV. – С. 58-71.

43. Каджюлис, Л.С. Выращивание многолетних трав на корм // – Л.: Колос, 1977. – 247 с.

44. Калиничева, Е. Ю. Мелиорация сельскохозяйственных земель в России: состояние и перспективы развития/Е. Ю. Калиниченко, Н.В. Польшакова, А.С. Коломейченко //Вестник Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина. -2017.-№3 (66)-с. 121-128.

45. Каменев, Р.А. Использование птичьего помета для оптимизации питания полевых культур на черноземных почвах в степной зоне Северного Кавказа: дис. ... докт. с.х. наук : 06.01.04 [Текст]/ Каменев Роман Александрович. – пос. Персиановский, 2017. – 526 с.

46. Карлова, И.В. Совершенствование приемов возделывания и использования поливидовых сенокосно-пастбищных травостоев с кострцом безостым в условиях лесостепи Среднего Поволжья дис. ... канд. с.х наук : 06.01.01 [Текст]/ Карлова Ирина Валерьевна. – Усть – Кинельский, 2019. – 229 с.

47. Кирейчева, Л.В. Экологические основы комплексных мелиораций агроландшафтов. В сборнике: Экологические проблемы мелиорации. 2002. С. 5-9.

48. Кирейчева, Л.В., Юрченко И.Ф., Методика эколого-экономического обоснования введения земель в сельскохозяйственный оборот или перевод их в другие категории. М. «Изд. ФГБНУ ВНИИГиМ им А.Н.Костякова». 2020. - 130 с.

49. Кирейчева, Л.В. Управление использованием органических отходов в сельском хозяйстве на региональном уровне / Л.В. Кирейчева, А.В. Тиньгаев // Плодородие. - 2010. - №5. – С. 2-3.

50. Кирейчева, Л.В., Шевченко В.А., Юрченко И.Ф. Оценка экономической эффективности ввода в агропроизводство залежных земель нечерноземной зоны РФ. Московский экономический журнал. - № 3. – 2021.

51. Кирюшин, В. И. Разработка и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в различных природно-сельскохозяйственных зонах // Известия ТСХА. 2002, выпуск 1. С. 46.

52. Кирюшин, В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. СПб: «Квадро», 2020. 275 с.

53. Кокунова, И. В., Баранов, Л. В., Григорьева, В. А. Роль торфяных компостов в развитии органического земледелия на Северо-Западе России // Актуальные проблемы науки в области АПК : материалы региональной науч.-практ. конф. – Великие Луки : Изд-во ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, 2021. – С. 21-25.

54. Кокунова, И. В., Кулакова Н. Н., Истомин С. В. Эффективность органических удобрений в зависимости от способа их производства // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 48-54.
55. Колосов, Г.В. Факторы и критерии экономической эффективности использования пахотных земель. Аграрная экономика. 2017. № 2 (261). С. 44-49.
56. Костяев, А. И. Концептуальные подходы к развитию сельских территорий с учётом европейского опыта // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 6 (67). С. 141–148.
57. Косяненко, Л.П. Аветисян, Л.П. Практикум по кормопроизводству // – Красноярск: КрасГАУ. – 2008. – 328 с.
58. Котов, П. Ф. Смешанные посевы кормовых культур /П. Ф Котов // – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, – 1971. – 106 с.
59. Кравец, А.В., Бобровская Д.Л., Касимова Л.В. и др. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым препаратом из торфа / // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 4(78). С. 22-24.
60. Кудрина, Е. С. Влияние гуминовой кислоты на некоторые группы почвенных микроорганизмов и её значение для этих организмов как источника питательных веществ / Е.С. Кудрина //Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева. М., – 1951. – Т. 38. – С. 185 – 253.
61. Лукашев, В. Н. Роль многолетних бобовых трав в системе кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2001. – № 6. – С. 18-22.
62. Лукашов, В.Н. Роль многолетних трав в системе кормопроизводства. //Кормопроизводство. – 2001.– №6. – С. 77-79.
63. Лукин С.Г. Перспективы технологии использования пометных удобрений // Птицеводство. 2008. №7. С. 55–57.
64. Лысенко, В.П. Переработка отходов птицеводческих хозяйств: учебное пособие / В.П. Лысенко, В.Г. Тюрин. – Москва: ВНИИгеосистем, 2016. – 428 с.

65. Магомедов, К.Г., Бербекова Н.В. Смешанный посев и продуктивность многолетних трав // Аграрный вестник Урала – 2013. – №12 (118). – С. 10-14 с.
66. Мажайский, Ю.А. Оптимизация параметров почвенных режимов лугов Окской поймы [Текст] / Ю.А. Мажайский, Ю.А. Томин, С.В. Тазина, Ф. Икроми, А.А. Павлов // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. - № 3(32). – С. 3-8.
67. Мажайский, Ю.А. Повышение продуктивности мелкозалежных торфяных почв при внесении минеральных добавок [Текст] / Ю.А. Мажайский, С.М. Курчевский // Агрохимический вестник, 2015. - №1. – С. 15-17.
68. Мазиров, М.А. Учебное пособие по дисциплине «Сорные растения и меры борьбы с ними» (учебная полевая практика) / М.А. Мазиров, А.А. Корчагин; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 28 с.
69. Макаров, В.И. Роль кормопроизводства в адаптивном земледелии // Кормопроизводство. – 2007. – № 8. – С. 4-5.
70. Максимов, Д.С. Агротехника высоких урожаев многолетних трав // М., Россельхозздат. – 1966. – 176 с.
71. Мерзлая, Г.Е. Агроэкологическая эффективность традиционных и новых органических удобрений / Г.Е. Мерзлая. // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 5. – С. 49-45.
72. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В. Г. Сычев, А. Н. Аристархов, И. В. Володарская [и др.]. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и техникоэкономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2003. – 240 с.

73. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии: учеб. пособие. / под. ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во Московского государственного университета, 2001. – 689 с.
74. Мишустин, Е. Н. Роль микроорганизмов в повышении продуктивности земледелия и животноводства / Е. Н. Мишустин. – М.: Знание, – 1957.– 40 с.
75. Мишустин, Е.Н. Аппликационные методы в почвенной микробиологии/ Е.Н. Мишустин, И. С. Востров // Микробиологическое и биохимическое исследования почв. – Киев : Урожай, 1971. – С. 136-143.
76. Мухина, Н. А. Культурная флора: т. XIII. Многолетние травы /Н.А. Мухина [и др.]; под ред. Н. А. Мухиной. – М.: Колос, – 1993. –335 с. 111.
77. Мхчян, Э. и др. Первый опыт разведения индеек кросса «БЮТ» в Армении // Птицеводство. 2005. №5. С. 48-50.
78. Наими, О. И. Эффективность использования гуминового препарата ВЮ-Дон при возделывании зерновых // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды / Сб. мат. I науч.- практ. конф. Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2019. С. 566-568.
79. Немцев, С.Н., Сабитов М.М., Никитин С.Н. Сохранение плодородия почв в Ульяновской области // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 12 – 13.
80. Никандров, Ю. К. Рециклинг отходов животноводства и их использование в органическом земледелии // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2020. – № 1. – С. 25-28.
81. Никитин, С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 1. – С. 33-38.
82. Новиков, М.Н., В.М.Тужилин, Самохина О.А и др. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне (Научно-практические рекомендации на примере Владимирской области), М.: ФГНУ «Росиформагротех», 2007. - 295 с.

83. Новиков, М.Н., Такунов И.П., Слесарева Т.Н. и др. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечерноземной Зоны, М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 160 с.

84. Отчет по ГК № 209/20-ГК от 2019 г. Оценка потенциала сельскохозяйственных угодий Нечерноземной зоны Российской Федерации. Разработка комплекса мероприятий по созданию эффективной технико-технологической модернизации мелиоративных систем, восстановлению плодородия мелиорированных земель и строительству осушительно-оросительных систем двустороннего регулирования. М. ВНИИГиМ. 2019. 392 с.

85. Папаскири, Т.В., Фомкин И.В., Сорокина О.А., Петрова Л.Е., Федоринов А.В., Шунина Д.К. Природно-сельскохозяйственное районирование как инструмент планирования и организации рационального использования земель муниципальных образований // Московский экономический журнал. 2022. № 3.

86. Патент на изобретение № RU 2771225 С1. Способ повышения плодородия почвы при возделывании сельскохозяйственных культур [Текст] / С.М. Буряк; заявитель и патентообладатель ООО Мещерский научно-технический центр . – № 2021122971; заявл. 29.07.2021; опубл. 28.04.2022. Бюл. № 13. - 34 с. : ил.

87. Персикова, Т. Ф. Изменение агрохимических показателей, агрофизических и водных свойств по профилю дерново-подзолистой почвы разного гранулометрического состава при применении куриного помёта / Т. Ф. Персикова, М. В. Царёва // Материалы Всероссийской научно–практической конференции, посвященной 100–летию кафедры почвоведения Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина и 80-летию члена-корреспондента РАН Кудеярова Валерия Николаевича. – Краснодар КубГАУ, 2019, Выпуск 21. – С. 280–288.

88. Пискаева, А. И. Анализ способов переработки сельскохозяйственных органических отходов на примере куриного помета // Экономика: экономика и сельское хозяйство, 2016. №4.

89. Полиенко, Е.А., Безуглова, О.С., Горовцев, А.В. и др. Применение гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 24-28.

90. Пономаренко, С.П. Регуляторы роста растений в аграрном секторе – один из элементов высоких технологий 21 века // 194 Биотехнология – 2001: Ежегодный семинар-презентация, Пушкино (Моск. обл.). 25-27 сент., 2001: Тезисы. М., 2001. С. 86-87.

91. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 октября 2021 года № 1832 «О внесении изменений в Государственную программу эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» – Режим доступа: <https://online.zakon.kz/Document>.

92. Посыпанов, Г. С. Теоретические основы совместимости компонентов в смешанных и совместных посевах полевых культур. — М.: Изд-во МСХА, – 1985. – 20 с.

93. Почвы Московской области и их использование / Коллектив авторов. В 2-х томах. Т. 1. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2002. – 500 с.

94. Рабинович, Г.Ю. Эффективность применения предпосевной обработки семян яровой пшеницы биопрепаратом ЖФБ / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, В. О. Булычева // Бюллетень науки и практики. – 2019. – №5 (6). – С. 137-144. doi:10.33619/2414-2948/43/18.

95. Романенко, Г.А. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / Под ред. Г.А. Романенко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 64 с.

96. Сабирова, Т.П. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур / Т.П. Сабирова, Р.А. Сабиров // Вестник АПК Верхневолжья, 2018. – 3 (43). – С. 18-22.

97. Седых, В. А., Савич В. И., Сидоренко О. Д. Применение в земледелии органических удобрений на основе птичьего помета. – М.: РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2011 – 172 с.

98. Сизых, В.А. Экологическая оценка использования куриного помета на почвах таежно-лесной зоны: дис. ... докт. биол. наук : 03.02.13 [Текст]/ Сизых Владимир Александрович. – Москва, 2013. – 458 с.

99. Ситников Н.П. Экономические аспекты адаптивного кормопроизводства // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2015 № 10. С. 121–124.

100. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2021. – URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook> 31.01.2023.

101. Суховеркова, В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета 2016. - № 9. – С. 45 - 55.

102. Сысоева, Л.Н., Бурмистрова, Т.И., Трунова, Н.М. и др. Перспективы использования гуминовых препаратов из торфа в качестве индукторов устойчивости яровой пшеницы к грибным заболеваниям // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 12. С. 43- 45.

103. Сычев, В.Г. Экология применения органических удобрений /В.Г Сычев, О.А. Соколов, А.А. Завалин, Н.Я. Шмырева. /М.: ВНИИА, 2017. – 336 с.

104. Усков, И. Б., Усков А. О. Основы адаптации земледелия к изменениям климата (справочное издание). – СПб, 2014. – С.384 .

105. Ушаков, Р. Н. К вопросу об информационном управлении плодородием почв. Текст : электронный / Р. Н. Ушаков, А. В. Ручкина, А. О.

Елизаров // Вестник РГАТУ, 2021. Том 13. №3. С. 85–91. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2021_3.pdf

106. Ушаков, Р.Н. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистых почв в процессе длительного сельскохозяйственного использования / Р.Н. Ушаков, А.В. Нефедов, Н.А. Иванникова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. — 2017. — № 3 (35). — С. 78–83.

107. Фисинин, В.И., Сычѳв В.Г., Седых В.А., Мѳрзлая Г.Е., Лысенко В.П., Тюрин В.Г., Афанасьев Р.А. Использование птичьего помѳта в земледелии (научно-методическое руководство). М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. 272 с.

108. Фисинин, В.И. Перспективы развития отечественного птицеводства // Животноводство России. 2008. №4. С. 2-4.

109. Фисинин, В.И., Сычѳв В.Г., Седых В.А., Мѳрзлая Г.Е., Лысенко В.П., Тюрин В.Г., Афанасьев Р.А. Использование птичьего помѳта в земледелии (научно-методическое руководство). М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. 272 с.

110. Формирование высокопродуктивных травостоев клевера лугового на орошаемых землях [Текст] /Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева, М.И. Карпов//Вестник РАСХН. – 2014. – №3. – С. 28-31.

111. Ходячих, И.Н. Водный режим и урожайность сухой массы на разновозрастных залежах / И.Н. Ходячих // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1 (33). – С. 50-52.

112. Цуркан, М.А. Агрохимические основы применения органических удобрений / М.А. Цуркан. - Кишинев, 1985. - 287 с.

113. Шевченко, А.И. Племенное индейководство России: каким ему быть // Птица и птицепродукты. 2011. №2. С. 59-60.

114. Шевченко, В.А. Перспективы производства растениеводческой продукции на мелиорированных землях Нечерноземной зоны России / В.А. Шевченко. М. : ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. – 2017. – 918 с.

115. Щур, А.В. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия/ А.В Щур., Д.В. Виноградов, В.П. Валько // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 7 (106). – С. 45-49.

116. Экономическая эффективность систем и усовершенствованных технологий производства объемистых кормов на сенокосах / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова, Н.В. Жезмер, Е.Е. Проворная, К.Н. Привалова, С.А. Запивалов // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. №6. С. 44-50.

117. Юнин, В.А., Захаров, А.М., Кузнецов, Н.Н., Слизков, А.М., Зыков, А.В. Способ и техническое средство для локального внесения твердых органических удобрений при посадке картофеля // АгроЭкоИнженерия. 2020 № 4 (105).62-79.

118. Ягодин, Б.А. Агрохимия. / Под. ред. Б.А. Ягодина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Агропромиздат, 1989. - 639 с.

119. Bashir, S., Mohan, A. (2023). An Institutional Approach to Manure Recycling. In: Jawaid, M., Khan, A. (eds) Manure Technology and Sustainable Development. Sustainable Materials and Technology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4120-7_13.

120. Dail H W, He Z, Erich M S, Honeycutt C W. 2007. Effect of drying on phosphorus distribution in poultry manure. Commun Soil Sci Plant Anal. 38: 1879–1895.

121. Di Falco S. Crop Genetic Diversity, Productivity and Stability of Agroecosystems. A Theoretical and Empirical Investigation / S. Di Falco, Ch. Perrings //Scottish Journal of Political Economy. – 2003. – Т. 50, № 2. – P. 207-216.

122. G. Kiruthika, P. Poonkodi, A. Angayarkanni, A. Sundari 2022 Effect of Different Organic Manures on the Nutrient Release Pattern in Sandy Loam Soil, Vol.13 / Issue 71 / April / 2022 International Bimonthly (Print) https://www.researchgate.net/publication/367021340_Effect_of_Different_Organic_Manures_on_the_Nutrient_Release_Pattern_in_Sandy_Loam_Soil.

123. Galali, Y., Omar, Z. A., & Sajadi, S. M. (2020). Biologically active components in by-products of food processing. *Food Science & Nutrition*, 8(7), 3004-3022. <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.1665>. PMID:32724565.
124. Hacıyev, R. M., Saidov, R. A., Mammadov, G. B., Taghiyev, U. T., Allahverdiyeva, G. (2022). Utilization of poultry droppings in terms of non-waste technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (117)), 37–46. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258493>.
125. Harvinder Kaur Sidhu, Iftikhar Ahmed Malik, Mayank Varun and Rohan John D'souza (2023). Allelopathic effect of Leaf Extracts of some common Weeds on Seed Germination Characteristics and Growth of *Oryza sativa* L. *Biological Forum – An International Journal*, 15(1): 475-481.
126. He Z, Olk D C. 2011. Manure amino compounds and their bioavailability. In He Z (ed.) *Environmental Chemistry of Animal Manure*. Nova Science Publishers, New York. pp. 179–199.
127. HE, Zhongqi & Pagliari, Paulo & Waldrip, Heidi. (2016). Applied and Environmental Chemistry of Animal Manure: A Review. *Pedosphere*. 26. 779-816. [10.1016/S1002-0160\(15\)60087-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(15)60087-X).
128. Hsu, Chun-Mai & Lai, Hung. (2022). Comprehensive Assessment of the Influence of Applying Two Kinds of Chicken-Manure-Processed Organic Fertilizers on Soil Properties, Mineralization of Nitrogen, and Yields of Three Crops. *Agronomy*. 12. 2355. [10.3390/agronomy12102355](https://doi.org/10.3390/agronomy12102355).
129. Kannah, R. Y., Merrylin, J., Devi, T. P., Kavitha, S., Sivashanmungam, P., Kumar, G., & Banu, J. R. (2020). Food waste valorization: biofuels and value added product recovery. *Bioresource Technology Reports*, 11, 100524. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100524>.
130. Khomych, G., Krusir, G., Horobets, O., Levchenko, Y., & Gaivoronska, Z. (2020). Development of resource effective and cleaner technologies using the waste of plant raw materials. *Journal of Ecological Engineering*, 21(4), 178-184. <http://dx.doi.org/10.12911/22998993/119814>.

131. Muriel Lepesteur (2022) Human and livestock pathogens and their control during composting, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52: 10,1639 -1683, DOI: 10.1080 / 10643389.2020.1862550.
132. P. Cairo-Cairo, B. Diaz-Martin, J. Machado-de-Armas, O. Rodriguez-Lopez, Effects of poultry manure on structure and some indicators of fertility in tropical soils, *Arch. Agron Soil Sci.* (2023) 1–11, <https://doi.org/10.1080/03650340.2023.2171020>.
133. Ribeiro, Diego & Castoldi, Gustavo & FREIBERGER, MARIÂNGELA & Da Silva, Mellissa & Rodrigues, Carlos. (2022). PHYSICAL FRACTIONATION AND CARBON AND NITROGEN STOCKS IN SOIL AFTER POULTRY WASTE APPLICATIONS. *Revista Caatinga*. 35. 667-676. 10.1590/1983-21252022v35n318rc.
134. Sekar, S., Karthikeyan, S., Iyappan, P. (2010). Trends in patenting and commercial utilisation of poultry farm excreta. *World's Poultry Science Journal*, 66 (3), 533–572. doi: <https://doi.org/10.1017/s0043933910000607>.
135. Sonia Boudjabi, Haroun Chenchoun, Comparative effectiveness of exogenous organic amendments on soil fertility, growth, photosynthesis and heavy metal accumulation in cereal crops DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e14615.
136. Stepanova, L.P., Korenkova, E.A., Myshkin, A.I. / Biological and Chromatic Characteristics of Plants as a Factor for Monitoring and Management of Production Process When Applying Fertilizing Features of Production Wastes. //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 459(3), 032070.
137. Tejada M, Hernandez MT, Garcia C. Soil restoration using composted plant residues: effects on soil properties. *Soil Till. Res*, 2009: 102: 109–117.
138. Tratzi, P., Paolini, V., Torre, M., Palma, A., Petracchini, F. (2023). Anaerobic Digestion Manure Conversion and Recycling. In: Jawaid, M., Khan, A. (eds) *Manure Technology and Sustainable Development. Sustainable Materials and Technology*. Springer, Singapore.

139. Voběrkova, S., Maxianová, A., Schlosserová, N., Adamcová, D., Vršanská, M., Richtera, L., Gagić, M., Zloch, J., & Vaverková, M. D. (2020). Food waste composting. Is it really so simple as stated in scientific literature? A case study. *The Science of the Total Environment*, 723, 138202. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138202>. PMID:32224413.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1 - Температура воздуха и количество осадков за 2019 - 2022 гг.

(по данным метеостанции Егорьевск Московской области)

Месяцы	Температура °С					Осадки, мм				
	средне- много летнее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Норма	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Январь	-7,6	-8,3	-0,7	-6,6	-6,4	52	42	40	70	67
Февраль	-7	-2,5	-1,1	-12,4	-2	41	39	30	62	20
Март	-2,1	-0,2	3,3	-2,7	-2,1	35	27	27	23	8
Апрель	6,3	6,9	4,2	6,9	5,7	37	37	25	104	71
Май	13,7	16	11,6	14,3	10,1	51	54	90	78	72
Июнь	17,3	18,9	18,2	19,9	18,2	80	58	122	40	27
Июль	20,3	16,2	19,1	21,6	20,3	85	56	109	12	41
Август	18,4	15,7	16,7	19,7	21,4	82	73	40	96	5
Сентябрь	12,6	11,8	13,6	9,5	9,6	68	16	36	82	110
Октябрь	5,9	8,4	8,7	5,8	6,6	71	52	28	20	57
Ноябрь	-0,4	0,7	1,1	1,7	-1,3	54	18	35	51	40
Декабрь	-4,5	-0,1	-6	-8	-5,1	51	19	20	58	132
За год	6,1	7	7,4	5,8	6,3	707	491	601	697	649

Вегетационный опыт

Таблица 2 - Полевая всхожесть и сохранность растений в посеве 2019, ячмень/многолетние травы.

	Вариант	Количество растений, всходы шт./вег.сосуд	Полевая всхожесть семян, %	Количество растений, перед уборкой шт./вег.сосуд	Сохранность растений, %
1	Контроль	35/14	83/70	31/12	88/86
2	НПСu	35/15	83/75	32/10	91/67
3	ЖФБ	40/18	95/90	39/18	98/100
4	Г ₁₅	40/16	95/80	39/16	98/100
5	Г ₃₀	39/16	93/80	38/16	97/100
6	П ₁₅	37/12	88/60	35/12	94/100
7	П ₃₀	40/14	95/70	38/13	95/93
8	НПСu /Г ₁₅	37/16	88/80	34/14	92/88
9	НПСu /Г ₃₀	34/17	81/85	32/14	94/82
10	НПСu /П ₁₅	35/16	83/80	31/15	88/94
11	НПСu /П ₃₀	35/15	83/75	33/14	94/93
12	ЖФБ/Г ₁₅	39/18	93/90	39/17	100/94
13	ЖФБ/Г ₃₀	39/18	93/90	35/16	90/89
14	ЖФБ/П ₁₅	35/15	83/75	33/13	94/87
15	ЖФБ /П ₃₀	35/16	83/80	33/14	94/88

Таблица 3- Наступление фенологических фаз развития Ячмень яровой, 2019 г.

	Варианты	Фазы вегетации			
		Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение
1	Контроль	08.06	22.06	06.07	23.07
2	НПСu	07.06	21.06	04.07	22.07
3	ЖФБ	06.06	20.06	04.07	19.07
4	Г ₁₅	08.06	21.06	04.07	19.07
5	Г ₃₀	06.06	20.06	05.07	18.07
6	П ₁₅	07.06	22.06	04.07	18.07
7	П ₃₀	06.06	21.06	03.07	19.07
8	НПСu /Г ₁₅	06.06	21.06	04.07	22.07
9	НПСu /Г ₃₀	07.06	21.06	04.07	18.07
10	НПСu /П ₁₅	06.06	21.06	03.07	23.07
11	НПСu /П ₃₀	06.06	19.06	04.07	22.07
12	ЖФБ/Г ₁₅	07.06	19.06	02.07	17.07
13	ЖФБ/Г ₃₀	07.06	20.06	03.07	23.07
14	ЖФБ/П ₁₅	08.06	22.06	05.07	22.07
15	ЖФБ /П ₃₀	07.06	21.06	05.07	20.07

Таблица 4 - Фенологические наблюдения Ячмень яровой, высота растений
2019 г., см

	Варианты	Кушение (середина) 22.06.2019 (27 день)	Выход в трубку, 06.07.2019 (41 день)	Укос Колошение (начало) 23.07.2019 (58 день)
1	Контроль	33	52	60
2	НПСu	26	46	54
3	ЖФБ	35	61	65
4	Г ₁₅	32	54	61
5	Г ₃₀	38	62	69
6	П ₁₅	28	58	60
7	П ₃₀	30	60	66
8	НПСu /Г ₁₅	35	58	65
9	НПСu /Г ₃₀	29	48	55
10	НПСu /П ₁₅	29	50	58
11	НПСu /П ₃₀	31	52	61
12	ЖФБ/Г ₁₅	34	54	65
13	ЖФБ/Г ₃₀	35	54	68
14	ЖФБ/П ₁₅	29	52	61
15	ЖФБ /П ₃₀	30	49	58

Таблица 5 – Урожайность и продуктивность Ячменя ярового и многолетних трав, протоколы испытаний 06.09.2019 г.

	Вариант	Зеленая масса т/га	Содержание сухого вещества, %	Перевариваемый протеин, г	Кормовые единицы, кг	Обменная энергия, МДж
1	Контроль	2,1	86,64±1,23	1,7	0,78	9,82
2	НПСu	2,31	87,02±1,24	1,9	0,78	9,91
3	ЖФБ	2,75	87,44±1,24	2,1	0,81	9,88
4	Г ₁₅	2,77	87,09±1,24	2,8	0,81	9,99
5	Г ₃₀	2,69	87,23±1,24	2,7	0,82	10,21
6	П ₁₅	2,65	87,05±1,24	2,8	0,79	9,86
7	П ₃₀	2,83	87,59±1,24	2,3	0,81	9,97
8	НПСu /Г ₁₅	2,46	86,98±1,25	2,1	0,80	9,87
9	НПСu /Г ₃₀	2,21	86,88±1,24	1,9	0,81	9,91
10	НПСu /П ₁₅	2,45	87,42±1,24	2,0	0,81	10,01
11	НПСu /П ₃₀	2,19	87,14±1,24	2,0	0,79	9,85
12	ЖФБ/Г ₁₅	2,88	87,39±1,24	2,9	0,84	10,19
13	ЖФБ/Г ₃₀	2,23	87,54±1,24	1,7	0,80	10,20
14	ЖФБ/П ₁₅	2,65	86,78±1,24	1,9	0,79	9,97
15	ЖФБ /П ₃₀	2,25	86,95±1,25	2,1	0,80	10,00
	НСР ₀₅	0,21				

Таблица 6 - Химический состав Ячменя ярового и многолетних трав, протоколы испытаний 06.09.2019 г.

	Вариант	Массовая доля в пересчете на сухое вещество, %				Массовая доля при естественной влажности, мг/кг	
		сырого протеина	сырой клетчатки	сырой золы	сырого жира	Каротина	Нитратов
1	Контроль	5,66±0,21	22,33±2,05	3,51±0,17	1,65±0,45	5±3,5	264±37
2	НПСu	5,71±0,21	22,34±2,05	3,54±0,18	1,67±0,45	5±3,5	267±37
3	ЖФБ	5,98±0,22	22,35±2,05	3,65±0,19	1,68±0,45	6±3,7	298±42
4	Г ₁₅	5,85±0,21	24,05±2,14	3,64±0,19	1,79±0,46	7±3,8	269±37
5	Г ₃₀	6,05±0,22	23,56±2,10	3,74±0,19	1,78±0,46	8±4,0	287±40
6	П ₁₅	6,39±0,23	23,54±2,10	3,57±0,18	1,69±0,45	5±3,5	271±38
7	П ₃₀	5,79±0,21	22,72±2,06	3,78±0,19	1,74±0,46	10±4,2	278±39
8	НПСu /Г ₁₅	5,69±0,21	22,55±2,06	3,49±0,17	1,69±0,45	5±3,5	270±38
9	НПСu /Г ₃₀	5,62±0,21	22,35±2,05	3,55±0,18	1,71±0,46	6±3,7	278±39
10	НПСu /П ₁₅	5,66±0,21	22,45±2,06	3,67±0,19	1,64±0,46	6±3,7	282±39
11	НПСu /П ₃₀	5,41±0,20	22,43±2,04	3,57±0,18	1,72±0,46	6±3,7	303±42
12	ЖФБ/Г ₁₅	5,98±0,22	23,22±2,10	3,70±0,19	1,69±0,45	8±4,0	280±39
13	ЖФБ/Г ₃₀	5,81±0,21	22,65±2,06	3,57±0,18	1,64±0,45	6±3,7	287±40
14	ЖФБ/П ₁₅	5,09±0,19	21,18±1,98	3,62±0,19	1,73±0,46	6±3,7	289±40
15	ЖФБ /П ₃₀	5,77±0,21	21,88±2,03	3,59±0,18	1,70±0,46	7±3,8	290±41

Таблица 7 – Агрохимические показатели почвы после проведения вегетационного опыта, 10.09.2019 г.

	Вариант	Определяемый компонент, ед.изм.					
		pH _{вод}	pH _{сол}	Органическое вещество, %	Общий азот, %	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий, мг/кг
1	Контроль	5,0±0,1	5,7±0,1	1,8±0,4	0,07±0,013	229±46	103±12
2	НПСu	5,0±0,1	5,6±0,1	1,9±0,4	0,11±0,02	232±46	111±14
3	ЖФБ	4,8±0,1	5,8±0,1	1,4±0,3	0,12±0,02	260±52	97±10
4	Г ₁₅	5,2±0,1	5,8±0,1	2,5±0,5	0,098±0,014	318±63	172±25
5	Г ₃₀	5,6±0,1	5,6±0,1	2,3±0,5	0,19±0,02	403±82	117±16
6	П ₁₅	5,3±0,1	6,2±0,1	1,9±0,4	0,13±0,02	320±63	150±22
7	П ₃₀	5,9±0,1	6,1±0,1	2,4±0,5	0,18±0,02	257±51	112±15
8	НПСu /Г ₁₅	5,4±0,1	6,0±0,1	2,0±0,4	0,14±0,02	301±60	165±25
9	НПСu /Г ₃₀	4,9±0,1	6,0±0,1	2,1±0,4	0,16±0,02	356±72	174±25
10	НПСu /П ₁₅	6,2±0,1	6,0±0,1	2,0±0,4	0,11±0,02	236±47	109±14
11	НПСu /П ₃₀	5,9±0,1	5,9±0,1	2,0±0,4	0,08±0,013	398±81	158±24
12	ЖФБ/Г ₁₅	4,7±0,1	6,0±0,1	2,0±0,4	0,17±0,02	278±55	157±24
13	ЖФБ/Г ₃₀	5,9±0,1	6,1±0,1	2,1±0,4	0,18±0,02	295±59	118±17
14	ЖФБ/П ₁₅	5,4±0,1	5,9±0,1	2,2±0,4	0,10±0,02	241±48	111±14
15	ЖФБ /П ₃₀	6,0±0,1	6,3±0,1	2,2±0,4	0,19±0,02	411±83	155±23

Полевой опыт



Рисунок 1- Снимок участка полевого опыта 07.07.2020

Таблица 8 - Динамика линейного роста Ячмень яровой, 2020 г., см

№	Вариант\повторность	Фазы вегетации ячменя																			
		10.06.2020 начало кущения 20 дней					20.06.2020 конец кущения 30 дней					30.06.2020 выход в трубку (40 дней)					19.07.2020 начало колошения Укос (56 день)				
		I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср
1	Контроль	8,3	8,5	8,9	8,4	8,5	18,1	20,4	19,5	25,2	20,8	31,7	35	37,7	37,3	35,4	47,9	47,8	48,2	44,5	47,1
2	Г ₁₅	9,6	9,9	10,2	10,2	10,0	49,7	58,5	48,3	50,8	51,8	48,5	51,6	62,9	66,4	57,3	64,4	70,1	67,6	63,5	66,4
3	Г ₁₅ /ЖФБ	9,3	9,1	9,7	9,8	9,5	54,3	50,8	41,3	40,1	46,6	55,1	61,3	58,7	60,5	58,9	76,5	66,2	62,1	54,3	64,8
4	П ₁₅	9,5	9,6	9,7	9	9,5	56,2	53,6	46,6	51,0	51,8	59,4	59,9	61,9	69,2	62,6	73,9	66,9	77,1	69,3	70,7
5	П ₃₀	10	10,1	10,3	9,6	10,0	57,4	60,2	60,2	61,6	59,9	69,1	64,8	58,9	66,8	64,9	75,6	80,8	65	90,4	77,9
6	Г ₃₀	10,3	10,6	10,9	10,9	10,7	64,8	62,7	61,5	61,8	62,7	73,4	66,8	67,7	73,8	70,4	77,9	75,7	78,9	80,7	78,3
7	ЖФБ	8,7	8,9	8,9	8,5	8,8	22,4	23,7	20,8	25,9	23,2	40,4	44,8	47,2	49,9	45,6	51,2	47,5	55,4	51,9	51,5
	НСР ₀₅					2,2					5,41					6,05					9,39

Таблица 9 - Динамика линейного роста многолетних трав в укос по годам опыта, см

	Вариант опыта	1-й укос 05.09.2020 мн. травы	1-й укос 10.07.2021		2-й укос 17.08.2021		Средний за 2 укоса 2021	1-й укос 12.06.2022		2-й укос 03.09.2022		Средний за 2 укоса 2022
			клевер	мн. травы	клевер	мн. травы		клевер	мн. травы	клевер	мн. травы	
1	Контроль	57,6	46	52	36	49	49	47	72	40	53	53,0
2	Г ₁₅	75,9	54	67	50	63	60,5	53	91	54	58	64,0
3	Г ₁₅ ЖФБ	68,9	55	62	48	55	58,5	54	83	55	61	63,3
4	П ₁₅	89,5	52	63	49	59	57,5	55	89	45	55	61,0
5	П ₃₀	90,5	53	69	50	64	61	50	92	51	56	62,3
6	Г ₃₀	79,2	57	64	51	64	60,5	58	103	57	63	70,3
7	ЖФБ	61,5	48	54	42	58	51	47	73	41	54	53,8
НСР ₀₅		6,75	4,34	5,03	4,21	5,13	4,67	4,34	6,88	4,32	5,1	5,16

Таблица 10 - Биометрические показатели ячменя ярового, 2020 г.

№	Вариант\ повторность	Количество на 1 м ²					Кустистость общее количество					Площадь листа см ² 30.06.2020					Площадь листа см ² 19.07.2020					Увеличение площади листа за период	
		I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср	см ²	%
1	Контроль	95	87	61	72	79	2,6	2,3	2,4	2,6	2,5	10,95	11,71	9,87	9,58	10,53	10,95	9,45	12,42	10,6	10,86	0,33	3,1
2	Г ₁₅	77	116	258	225	169	2,8	4,2	4,1	4,0	3,8	11,65	16,73	16,81	15,96	15,29	18,85	23,52	18,88	20,35	20,4	5,11	25,1
3	Г ₁₅ /ЖФБ	155	145	188	83	143	2,9	1,8	3,7	3,3	2,9	16,32	14,40	14,57	17,19	15,62	21,71	20,55	20,37	19,06	20,42	4,80	23,5
4	П ₁₅	100	223	192	155	168	3,3	3,0	2,6	3,6	3,1	19,80	14,44	16,39	17,56	17,05	23,34	26,3	19,62	22,61	22,97	5,92	25,8
5	П ₃₀	87	79	72	85	81	2,5	3,1	3,1	3,1	3,0	23,35	18,90	21,05	20,29	20,90	24,89	25	25	25,3	25,05	4,15	16,6
6	Г ₃₀	210	225	132	153	180	2,3	3,8	3,7	3,5	3,3	17,72	16,77	16,70	16,93	17,03	29,22	24,84	26,85	25,31	26,56	9,53	35,9
7	ЖФБ	98	126	136	112	118	1,9	2,9	2,5	2,9	2,6	10,13	11,23	12,56	11,85	11,44	10,25	12,36	12,35	13,65	12,15	0,71	5,8
	НСР ₀₅					26,38					0,28					2,55					2,69		

Таблица 11 - Оценка засоренности посевов 2020 г.

№	Вариант\ повторность	Количество сорняков на 1м ² , шт					Сырая масса сорняков на 1м ² , гр				
		I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср
1	Контроль	15	14	10	30	17	245	352	730	625	488
2	Г ₁₅	34	41	26	45	37	630	1400	1058	2040	1282
3	Г ₁₅ /ЖФБ	25	31	38	30	31	990	685	680	1200	889
4	П ₁₅	52	50	68	56	57	2285	780	800	1040	1226
5	П ₃₀	71	92	87	80	83	1070	2300	3300	3200	2468
6	Г ₃₀	44	35	39	38	39	705	1500	1305	2300	1452
7	ЖФБ	20	25	18	16	20	116	203	144	136	150
	НСР ₀₅					4,10					424,46

Таблица 12 - Оценка засоренности посевов 2021 г.

№	Вариант\ повторность	Количество сорняков на 1м ² , шт					Сырая масса сорняков на 1м ² , гр				
		I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср
1	Контроль	10	15	12	18	14	210	345	240	323	280
2	Г ₁₅	25	17	18	19	20	425	291	296	570	396
3	Г ₁₅ /ЖФБ	15	23	21	18	19	245	439	404	314	351
4	П ₁₅	12	21	14	20	17	376	483	466	406	433
5	П ₃₀	17	15	24	13	17	465	520	511	498	499
6	Г ₃₀	21	11	23	9	16	256	301	358	289	301
7	ЖФБ	17	15	9	13	14	215	305	285	324	282
	НСР ₀₅					2,69					38,3

Таблица 13 - Оценка засоренности посевов 2022 г.

№	Вариант\ повторность	Количество сорняков на 1м ² , шт					Сырая масса сорняков на 1м ² , гр				
		I	II	III	IV	ср	I	II	III	IV	ср
1	Контроль	5	8	4	6	6	111	109	125	136	120
2	Г ₁₅	11	12	8	11	11	253	285	264	182	246
3	Г ₁₅ /ЖФБ	11	5	6	10	8	135	206	178	112	158
4	П ₁₅	14	10	13	9	12	245	309	292	306	288
5	П ₃₀	15	12	9	14	13	358	421	203	312	324
6	Г ₃₀	14	9	11	13	12	109	315	325	215	241
7	ЖФБ	9	7	10	5	8	112	213	103	201	157
	НСР ₀₅					1,21					31,89

Таблица 14 - Оценка засоренности посевов 2020-2022 гг.

№	Вариант	2020 (1-ый год)		2021 (2-ой год)		% снижения кол. к 1 году	% снижения массы к 1 году	2022 (3-ий год)		% снижения кол. ко 2 году	% снижения массы ко 2 году	% снижения кол. за 3 года	% снижения массы за 3 года
		Кол. сорняков, шт.	Сырая масса, гр.	Кол. сорняков, шт.	Сырая масса, гр.			Кол. сорняков, шт.	Сырая масса, гр.				
1	Контроль	17	488	14	280	17,6	42,6	6	120	57,1	57,1	64,7	75,4
2	Г ₁₅	37	1282	20	396	45,9	69,1	11	246	45,0	37,9	70,3	80,8
3	Г ₁₅ /ЖФБ	31	889	19	351	38,7	60,5	8	158	57,9	55,0	74,2	82,2
4	П ₁₅	57	1226	17	433	70,2	64,7	12	288	29,4	33,5	78,9	76,5
5	П ₃₀	83	2468	17	499	79,5	79,8	13	324	23,5	35,1	84,3	86,9
6	Г ₃₀	39	1452	16	301	59,0	79,3	12	241	25,0	19,9	69,2	83,4
7	ЖФБ	20	150	14	282	30,0	+88,0	8	157	42,9	44,3	60,0	+4,7
	НСР ₀₅	4,10	424,46	2,69	38,3			1,21	31,89				

Таблица 15 - Урожайность ячменя ярового, 2020 г.

№	Вариант	Зеленая масса, г/м ²						Прибавка к контролю, %	Сухая масса, г/м ²						Прибавка к контролю, %
		I	II	III	IV	ср	т/га		I	II	III	IV	ср	т/га	
1	Контроль	189	145	459	135	232	2,32	-	68	51	117	33	67	0,67	-
2	Г ₁₅	159	320	820	730	507	5,07	118,5	71	77	199	188	134	1,34	100,0
3	Г ₁₅ /ЖФБ	305	250	236	270	265	2,65	14,2	98	107	116	59	95	0,95	41,8
4	П ₁₅	192	425	390	450	364	3,64	56,9	75	161	140	124	125	1,25	86,6
5	П ₃₀	230	250	280	270	258	2,58	11,2	65	69	78	70	71	0,71	6,0
6	Г ₃₀	280	240	471	530	380	3,80	63,8	80	55	107	98	85	0,85	26,9
7	ЖФБ	228	253	285	236	251	2,51	8,2	57	78	83	69	72	0,72	7,5
НСР ₀₅						73,81	0,74						17,77	0,17	

Таблица 16 - Урожайность многолетних трав, 2020 – 2022 гг., т/га

№	Вариант опыта	1-й укос 12.09.2020		1-й укос 10.07.2021		2-й укос 17.08.2021		2021 за 2 укоса		1-й укос 12.06.2022		2-й укос 03.09.2022		2022 за 2 укоса	
		Зеленая масса	Сухая масса	Зеленая масса	Сухая масса	Зеленая масса	Сухая масса	Зеленая масса	Сухая масса	Зеленая масса	Сухая масса	Зеленая масса	Сухая масса	Зеленая масса	Сухая масса
1	Контроль	18,6	5,1	17,3	4,0	9,6	2,4	26,9	6,4	18,0	3,1	6,2	2,3	24,2	5,4
2	Г ₁₅	36,5	8,3	55,6	12,7	20,4	3,2	76,0	15,9	27,2	4,3	15,6	2,8	42,8	7,1
3	Г ₁₅ ЖФБ	27,8	6,2	34,7	6,3	18,3	2,9	53,0	9,2	29,7	4,1	9,1	2,6	38,8	6,7
4	П ₁₅	32,5	5,6	36,8	7,0	19,6	3,1	56,4	10,1	22,2	3,3	7,1	2,3	29,3	5,6
5	П ₃₀	34,6	6,1	39,2	8,3	19,1	3,0	58,3	11,3	23,0	3,1	5,8	2,4	28,8	5,5
6	Г ₃₀	29,9	5,7	38,3	8,1	19,9	3,3	58,2	11,4	28,1	3,9	6,8	2,9	34,9	6,8
7	ЖФБ	25,1	6,9	18,1	3,9	9,8	3,0	27,9	6,9	20,9	3,2	8,3	2,4	29,2	5,6
НСР ₀₅ т/га		2,56	1,4	5,4	1,5	2,1	0,6	3,75	1,05	3,6	0,9	2,1	0,5	2,85	0,7

Таблица 18 - Продуктивность многолетних трав 2020-2022 гг.

№	Вариант	2020					2021					2022				
		Зеленая масса т/га	Содержание сухого вещества, %	Перевариваемый протеин, г	Кормовые единицы, кг	Обменная энергия, МДж	Зеленая масса т/га	Содержание сухого вещества, %	Перевариваемый протеин, г	Кормовые единицы, кг	Обменная энергия, МДж	Зеленая масса т/га	Содержание сухого вещества, %	Перевариваемый протеин, г	Кормовые единицы, кг	Обменная энергия, МДж
1	Контроль	18,6	87,36±1,21	4,1	0,61	8,38	26,9	87,04±1,25	4,26	0,74	9,84	24,2	88,11±1,21	2,57	0,56	8,29
2	Г ₁₅	36,5	88,33±1,18	6,50	0,68	9,12	76,0	88,21±1,15	6,34	0,78	9,67	42,8	89,03±1,17	8,81	0,76	9
3	Г ₁₅ ЖФБ	27,8	88,55±1,19	5,3	0,62	8,69	53,0	88,18±1,17	5,67	0,75	9,65	38,8	88,69±1,19	7,13	0,68	9,13
4	П ₁₅	32,5	88,30±1,2	6,1	0,63	8,73	56,4	88,59±1,12	5,4	0,75	9,54	29,3	88,99±1,17	4,95	0,58	8,43
5	П ₃₀	34,6	87,98±1,17	4,8	0,63	8,48	58,3	87,81±1,19	5,4	0,76	9,69	28,8	88,64±1,19	3,56	0,75	8,32
6	Г ₃₀	29,9	88,75±1,2	6,6	0,67	8,86	58,2	89,12±1,22	4,41	0,79	9,89	34,9	88,62±1,19	4,85	0,72	9,44
7	ЖФБ	25,1	88,4±1,21	4,6	0,65	8,45	27,9	87,8±1,17	6,75	0,8	9,93	29,2	88,33±1,2	3,86	0,65	8,95
НСР ₀₅ т/га		2,56					3,75					2,85				

Таблица 19 – Химический состав многолетних трав, 2020-2022 гг, массовая доля в пересчете на сухое вещество, %

№	Вариант	2020				2021				2022			
		сырого протеин	сырой клетчатки	сырой золы	сырого жира	сырого протеин	сырой клетчатки	сырой золы	сырого жира	сырого протеин	сырой клетчатки	сырой золы	сырого жира
1	Контроль	7,5±0,3	27,9±2,3	7,5±0,3	1,45±0,43	8,3±0,3	28,2±2,3	9,45±0,4	1,76±0,46	6,6±0,2	30,0±2,4	6,9±0,3	1,20±0,43
2	Г ₁₅	10,1±0,3	34,3±2,6	9,4±0,4	1,98±0,47	10,4±0,4	29,6±2,4	9,39±0,4	1,89±0,47	7,9±0,3	37,3±2,8	6,3±0,3	1,58±0,45
3	Г ₁₅ ЖФБ	8,7±0,3	33,5±2,6	8,4±0,4	1,59±0,44	9,7±0,3	29,7±2,4	8,92±0,4	1,95±0,47	11,2±0,4	37,1±2,8	6,6±0,3	2,11±0,48
4	П ₁₅	9,6±0,3	29,6±2,4	8,1±0,3	1,84±0,46	9,5±0,3	30,3±2,4	9,1±0,4	1,82±0,46	9,0±0,3	36,5±2,7	6,5±0,3	1,50±0,44
5	П ₃₀	8,9±0,3	31,4±2,4	9,1±0,4	2,01±0,47	9,4±0,3	29,5±2,4	8,57±0,4	1,92±0,46	7,6±0,3	32,6±2,6	10±0,4	2,49±0,49
6	Г ₃₀	9±0,3	33,1±2,6	8,6±0,3	1,69±0,44	8,4±0,3	28,4±2,3	8,33±0,4	1,88±0,46	8,9±0,3	30,9±2,5	7,3±0,3	2,12±0,48
7	ЖФБ	8,1±0,3	29,5±2,4	7,9±0,3	1,55±0,44	10,8±0,4	28,7±2,3	9,43±0,4	2,23±0,48	12,9±0,4	33,6±2,6	8,6±0,4	1,83±0,46

Таблица 20 – Химический состав многолетних трав, 2020-2022 гг, массовая доля в пересчете на сухое вещество, мг/кг

№	Вариант	2020				2021				2022			
		Каротин, мг/кг	Отклонение от контроля, %	Нитраты, мг/кг	Отклонение от контроля, ед.	Каротин, мг/кг	Отклонение от контроля, %	Нитраты, мг/кг	Отклонение от контроля, %	Каротин, мг/кг	Отклонение от контроля, %	Нитраты, мг/кг	Отклонение от контроля, %
1	Контроль	10±4	-	298±36	-	8,6±4	-	321±43	-	7±4	-	304±42	-
2	Г ₁₅	20±6	50,0	1235±160	4,14	18±5	52,2	480±64	33,1	21±6	66,7	418±57	27,3
3	Г ₁₅ ЖФБ	15±5	33,3	2405±355	8,07	13±5	33,8	476±64	32,6	19±5	63,2	565±76	46,2
4	П ₁₅	15±5	33,3	1233±160	4,14	12±6	28,3	490±65	34,5	12±4	41,7	504±68	39,7
5	П ₃₀	14±5	28,6	4289±620	14,39	12±4	28,3	536±72	40,1	10±4	30,0	687±92	55,7
6	Г ₃₀	16±5	37,5	3855±455	12,94	13±5	33,8	517±70	37,9	15±5	53,3	697±93	56,4
7	ЖФБ	15±5	33,3	670±90	2,25	16±5	46,3	385±52	16,6	17±5	58,8	520±70	41,5

Приложение 20

Результаты испытаний – многолетних трав дата сбора 20.09.2020

Протоколы испытаний от 10.10.2020 ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская»

Наименование показателей, размерность	Контроль	Г ₁₅	Г ₁₅ ЖФБ	П ₁₅	П ₃₀	Г ₃₀	ЖФБ	НД на МВИ
Внешний вид - цвет - запах	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	ГОСТ Р 55452
Содержание сухого вещества, %	87,36±1,21	88,33±1,18	88,55±1,19	88,30±1,2	87,98±1,17	88,75±1,2	88,4±1,21	ГОСТ 31640
<i>Массовая доля в пересчете на сухое вещество:</i>								
- сырого протеин, %	7,5±0,3	10,1±0,3	8,7±0,3	9,6±0,3	8,9±0,3	9±0,3	8,1±0,3	ГОСТ Р 13496.4
- сырой клетчатки, %	27,9±2,3	34,3±2,6	33,5±2,6	29,6±2,4	31,4±2,4	33,1±2,6	29,5±2,4	ГОСТ 31675
- сырой золы, %	7,5±0,3	9,4±0,4	8,4±0,4	8,1±0,3	9,1±0,4	8,6±0,3	7,9±0,3	ГОСТ 26226
- сырого жира, %	1,45±0,43	1,98±0,47	1,59±0,44	1,84±0,46	2,01±0,47	1,69±0,44	1,55±0,44	ГОСТ 13496.15
<i>Массовая доля при естественной влажности:</i>								
- каротина, мг/кг	10±4	20±6	15±5	15±5	14±5	16±5	15±5	ГОСТ 13496.17
- нитратов, мг/кг	298±36	1235±160	2405±355	1233±160	4289±620	3855±455	670±90	ГОСТ 13496.19
<i>Питательность 1 кг корма естественной влажности:</i>								
- обменная энергия, МДж	8,38	9,12	8,69	8,73	8,48	8,86	8,45	Методические указания по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.
- кормовые единицы, кг	0,61	0,68	0,62	0,63	0,63	0,67	0,65	
- перевариваемый протеин, г	4,1	6,5	5,3	6,1	4,8	6,6	4,6	

Приложение 21

Результаты испытаний – многолетних трав дата сбора 26.06.2021

Протоколы испытаний от 02.08.2021 ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская»

Наименование показателей, размерность	Контроль	Г ₁₅	Г ₁₅ ЖФБ	П ₁₅	П ₃₀	Г ₃₀	ЖФБ	НД на МВИ
Внешний вид - цвет - запах	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	ГОСТ Р 55452
Содержание сухого вещества, %	87,04±1,25	88,21±1,15	88,18±1,17	88,59±1,12	87,81±1,19	89,12±1,22	87,8±1,17	ГОСТ 31640
<i>Массовая доля в пересчете на сухое вещество:</i>								
- сырого протеин, %	8,3±0,3	10,4±0,4	9,7±0,3	9,5±0,3	9,4±0,3	8,4±0,3	10,8±0,4	ГОСТ Р 13496.4
- сырой клетчатки, %	28,2±2,3	29,6±2,4	29,7±2,4	30,3±2,4	29,5±2,4	28,4±2,3	28,7±2,3	ГОСТ 31675
- сырой золы, %	9,45±0,4	9,39±0,4	8,92±0,4	9,1±0,4	8,57±0,4	8,33±0,4	9,43±0,4	ГОСТ 26226
- сырого жира, %	1,76±0,46	1,89±0,47	1,95±0,47	1,82±0,46	1,92±0,46	1,88±0,46	2,23±0,48	ГОСТ 13496.15
<i>Массовая доля при естественной влажности:</i>								
- каротина, мг/кг	8,6±4	18±5	13±5	12±6	12±4	13±5	16±5	ГОСТ 13496.17
- нитратов, мг/кг	321±43	480±64	476±64	490±65	536±72	517±70	385±52	ГОСТ 13496.19
<i>Питательность 1 кг корма естественной влажности:</i>								
- обменная энергия, МДж	9,84	9,67	9,65	9,54	9,69	9,89	9,93	Методические указания по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.
- кормовые единицы, кг	0,74	0,78	0,75	0,75	0,76	0,79	0,8	
- перевариваемый протеин, г	4,26	6,34	5,67	5,4	5,4	4,41	6,75	

Приложение 22

Результаты испытаний – многолетних трав дата сбора 03.09.2022.

Протоколы испытаний от 27.10.2022 ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская»

Наименование показателей, размерность	Контроль	Г ₁₅	Г ₁₅ ЖФБ	П ₁₅	П ₃₀	Г ₃₀	ЖФБ	НД на МВИ
Внешний вид - цвет - запах	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	Без признаков горения. Желто-зеленый. Без признаков затхлого, плесневого и др.	ГОСТ Р 55452
Содержание сухого вещества, %	88,11±1,21	89,03±1,17	88,69±1,19	88,99±1,17	88,64±1,19	88,62±1,19	88,33±1,2	ГОСТ 31640
<i>Массовая доля в пересчете на сухое вещество:</i>								
- сырого протеин, %	6,6±0,2	7,9±0,3	11,2±0,4	9,0±0,3	7,6±0,3	8,9±0,3	12,9±0,4	ГОСТ Р 13496.4
- сырой клетчатки, %	30,0±2,4	37,3±2,8	37,1±2,8	36,5±2,7	32,6±2,6	30,9±2,5	33,6±2,6	ГОСТ 31675
- сырой золы, %	6,9±0,3	6,3±0,3	6,6±0,3	6,5±0,3	10±0,4	7,3±0,3	8,6±0,4	ГОСТ 26226
- сырого жира, %	1,20±0,43	1,58±0,45	2,11±0,48	1,50±0,44	2,49±0,49	2,12±0,48	1,83±0,46	ГОСТ 13496.15
<i>Массовая доля при естественной влажности:</i>								
- каротина, мг/кг	7±4	21±6	19±5	12±4	10±4	15±5	17±5	ГОСТ 13496.17
- нитратов, мг/кг	304±42	418±57	565±76	504±68	687±92	697±93	520±70	ГОСТ 13496.19
<i>Питательность 1 кг корма естественной влажности:</i>								
- обменная энергия, МДж	2,57	8,81	7,13	4,95	3,56	4,85	3,86	Методические указания по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.
- кормовые единицы, кг	0,56	0,76	0,68	0,58	0,75	0,72	0,65	
- перевариваемый протеин, г	2,57	8,81	7,13	4,95	3,56	4,85	3,86	

Приложение 23

Результаты испытания почвенных образцов дата отбора 21.10.2020 (после проведения полевого опыта 1-й год) объединенные пробы по вариантам глубина отбора 0-0,15. Протокол испытания от 16.11.2020 Мещерский научно-технический центр. Экоаналитическая лаборатория.

№	Определяемый компонент	Показатель до опыта	Контроль	Г ₁₅	Г ₁₅ ЖФБ	П ₁₅	П ₃₀	Г ₃₀	ЖФБ	ГН 2.1.7.2511-09		НД на МВИ
										pH>5,5	pH<5,5	
1	pH _{сол}	5,2±0,1	5,1±0,1	5,0±0,1	4,5±0,1	5,2±0,1	6,0±0,1	5,4±0,1	4,6±0,1	-	-	ГОСТ 26483-85
2	pH _{вод}	6,6±0,1	5,8±0,1	6,0±0,1	5,9±0,1	6,1±0,1	6,0±0,1	5,4±0,1	5,9±0,1	-	-	ГОСТ 26423-85
3	Органическое вещество, %	3,5±0,6	2,2±0,4	2,5±0,4	2,0±0,4	1,9±0,4	2,4±0,5	2,3±0,5	1,4±0,3	-	-	ГОСТ 26213-91, п.1
4	Фосфор подвижный, мг/кг	238±50	460±92	358±72	312±62	360±72	297±59	443±89	260±52	-	-	ГОСТ Р 54650-2011
5	Калий подвижный, мг/кг	108±16	133±20	182±27	167±25	160±24	122±18	127±19	77,5±11,6	-	-	ГОСТ Р 54650-2011
6	Общий азот, %	0,019	0,14±0,02	0,098±0,014	0,17±0,02	0,13±0,02	0,18±0,02	0,19±0,02	0,12±0,02	-	-	ГОСТ Р 58596-2019
7	Нитраты, млн ⁻¹	7,9±0,5	7,4±0,6	7,4±0,6	4,1±0,8	6,6±0,6	9,8±0,7	16,2±1,2	3,0±0,6	130*		ГОСТ 26488-85
8	Цинк, мг/кг	33,8±10	25,1±7,5	23,8±7,1	25,5±7,6	20,3±6,1	21,2±6,4	27,0±8,1	18,8±5,6	220,0	110,0	РД 52.18.685-2006
9	Медь, мг/кг	5,3	4,7	4,3	4,3	3,5	4,0	4,7	3,7	132,0	66,0	Методические указания по определению тяжелых металлов, М.: ЦИНАО, 1992 г.
10	Кадмий, мг/кг	0,12	0,12	0,11	0,11	0,087	0,11	0,12	0,096	2,0	1,0	
11	Свинец, мг/кг	10,1	5,8	5,8	4,7	4,1	4,8	5,2	3,8	130,0	65,0	

* ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»

Приложение 24

Результаты испытания почвенных образцов дата отбора 03.10.2021 (после проведения полевого опыта 2-ой год) объединенные пробы по вариантам глубина отбора 0-0,20. Протокол испытания от 29.10.2021 Мещерский научно-технический центр. Экоаналитическая лаборатория.

№	Определяемый компонент	Контроль	Г ₁₅	Г ₁₅ ЖФБ	П ₁₅	П ₃₀	Г ₃₀	ЖФБ	ГН 2.1.7.2511-09		НД на МВИ
									pH>5,5	pH<5,5	
1	pH _{сол}	5,3±0,1	5,2±0,1	5,5±0,1	5,3±0,1	5,5±0,1	5,6±0,1	5,2±0,1	-	-	ГОСТ 26483-85
2	pH _{вод}	6,2±0,1	6,3±0,1	5,9±0,1	6,1±0,1	6,5±0,1	6,7±0,1	6,2±0,1	-	-	ГОСТ 26423-85
3	Органическое вещество, %	3,8±0,6	5,2±0,5	5,0±0,7	4,5±0,7	5,2±0,5	5,9±0,6	5,0±0,7	-	-	ГОСТ 26213-91, п.1
4	Фосфор подвижный, мг/кг	532±130	291±59	209±48	318±62	882±173	718±147	255±52	-	-	ГОСТ Р 54650-2011
5	Калий подвижный, мг/кг	171±26	195±29	151±23	216±32	301±45	340±51	153±6	-	-	ГОСТ Р 54650-2011
6	Общий азот, %	0,097±0,014	0,14±0,02	0,15±0,02	0,16±0,02	0,13±0,02	0,11±0,01	0,078±0,012	-	-	ГОСТ Р 58596-2019
7	Нитраты, млн ⁻¹	1,7	2,5	1,3	1,6	1,3	8,2	0,6	130*		ГОСТ 26488-85
8	Цинк, мг/кг	16,7±5,0	17,5±5,3	18,9±5,7	21,4±6,4	21,6±6,5	17,5±5,3	15,8±4,8	220,0	110,0	РД 52.18.685-2006
9	Медь, мг/кг	4,6	4,2	4,2	4,6	5,0	4,8	3,3	132,0	66,0	Методические указания по определению тяжелых металлов, М.: ЦИНАО, 1992 г.
10	Кадмий, мг/кг	0,11	0,12	0,13	0,12	0,11	0,11	0,095	2,0	1,0	
11	Свинец, мг/кг	5,2	5,0	5,0	5,3	5,2	4,9	4,8	130,0	65,0	

Приложение 25

Результаты испытания почвенных образцов дата отбора 17.09.2022 (после проведения полевого опыта 3-ой год) объединенные пробы по вариантам глубина отбора 0-0,20. Протокол испытания от 19.10.2022 Мещерский научно-технический центр. Экоаналитическая лаборатория.

№	Определяемый компонент	Контроль	Г ₁₅	Г ₁₅ ЖФБ	П ₁₅	П ₃₀	Г ₃₀	ЖФБ	ГН 2.1.7.2511-09		НД на МВИ
									pH>5,5	pH<5,5	
1	pH _{сол}	4,6±0,1	4,8±0,1	5,0±0,1	5,2±0,1	4,8±0,1	4,5±0,1	4,5±0,1	-	-	ГОСТ 26483-85
2	pH _{вод}	5,2±0,1	5,4±0,1	5,6±0,1	6,0±0,1	5,4±0,1	5,2±0,1	5,4±0,1	-	-	ГОСТ 26423-85
3	Органическое вещество, %	3,8±0,6	5,3±0,5	4,8±0,7	4,8±0,6	4,9±0,7	4,7±0,5	4,3±0,6	-	-	ГОСТ 26213-21, п.1
4	Фосфор подвижный, мг/кг	441±89	409±79	372±74	443±89	455±90	454±90	256±52	-	-	ГОСТ Р 54650-2011
5	Калий подвижный, мг/кг	118±18	139±21	178±27	383±57	140±21	132±20	109±16	-	-	ГОСТ Р 54650-2011
6	Общий азот, %	0,044±0,009	0,049±0,01	0,022±0,008	0,042±0,009	0,021±0,008	0,027±0,008	0,020±0,02	-	-	ГОСТ Р 58596-2019
7	Нитраты, млн ⁻¹	1,3±0,5	1,6±0,5	0,9±0,4	1,4±0,5	1,3±0,5	3,6±0,6	0,7±0,4	130		ГОСТ 26488-85
8	Цинк, мг/кг	15,7±4,8	15,5 ±4,8	17,0±5,3	16,66±5,0	17,2±5,3	18,0±5,6	13,1±4,2	220,0	110,0	РД 52.18.685-2006
9	Медь, мг/кг	4,5	4,1	4,1	3,9	4,4	4,6	3,4	132,0	66,0	Методические указания по определению тяжелых металлов, М.: ЦИНАО, 1992 г.
10	Кадмий, мг/кг	0,11	0,12	0,12	0,1	0,11	0,13	0,1	2,0	1,0	
11	Свинец, мг/кг	5,2	5,3	4,7	4,6	4,8	4,9	4,2	130,0	65,0	

Таблица 21 - Целлюлозоразлагающая активность почвы, 2020 г.

Номер делянки	Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, период 30 суток, г	Степень разложения ткани		Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, период 100 суток, г	Степень разложения ткани	
			г	%			г	%
Среднее 1 варианту контроль	4,33	3,71	0,62	14,33	4,32	1,16	3,16	65,90
Средне 2 варианту Г ₁₅	4,34	3,48	0,86	19,76	4,32	0,21	4,11	95,14
Среднее 3 варианту Г ₁₅ ЖФБ	4,32	3,57	0,75	17,35	4,34	0,67	3,67	84,57
Среднее 4 варианту П ₁₅	4,34	3,61	0,73	16,76	4,32	1,39	2,93	67,83
Среднее 5 вариант П ₃₀	4,32	3,50	0,82	18,93	4,32	1,04	3,28	75,93
Среднее 6 вариант Г ₃₀	4,34	3,24	1,10	25,27	4,32	0,07	4,25	98,38
Среднее 7 ЖФБ	4,32	3,63	0,69	15,80	4,34	1,48	2,86	73,15

Таблица 22 - Целлюлозоразлагающая активность почвы, 2021 г.

Номер делянки	Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, период 30 суток, г	Степень разложения ткани		Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, период 100 суток, г	Степень разложения ткани	
			г	%			г	%
Среднее 1 варианту контроль	5,50	4,80	0,70	12,73	5,45	1,27	4,18	63,22
Средне 2 варианту Г ₁₅	5,48	4,50	0,97	17,62	5,46	1,03	4,43	81,08
Среднее 3 варианту Г ₁₅ ЖФБ	5,50	4,65	0,85	15,37	5,28	1,61	3,67	69,42
Среднее 4 варианту П ₁₅	5,44	4,18	1,26	23,17	5,47	1,22	4,25	78,11
Среднее 5 вариант П ₃₀	5,48	4,57	0,91	16,76	5,35	1,09	4,26	79,71
Среднее 6 вариант Г ₃₀	5,44	4,73	0,71	12,90	5,53	0,64	4,89	88,56
Среднее 7 ЖФБ	5,36	4,56	0,80	14,9	5,52	2,03	3,49	76,47

Таблица 23 - Целлюлозоразлагающая активность почвы результаты исследований 2022 г.

Номер делянки	Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, период 30 суток, г	Степень разложения ткани		Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, период 100 суток, г	Степень разложения ткани	
			г	%			г	%
Среднее 1 варианту контроль	3,08	2,76	0,32	10,39	3,40	2,26	1,14	33,53
Средне 2 варианту Г ₁₅	3,86	3,35	0,51	13,21	3,44	1,78	1,67	48,42
Среднее 3 варианту Г ₁₅ ЖФБ	3,14	2,76	0,38	12,10	3,52	1,56	1,95	55,57
Среднее 4 варианту П ₁₅	3,46	3,02	0,44	12,72	3,29	1,95	1,34	40,75
Среднее 5 вариант П ₃₀	3,83	3,28	0,55	14,36	3,52	2,12	1,40	39,83
Среднее 6 вариант Г ₃₀	3,03	2,55	0,48	15,84	3,38	1,64	1,73	51,34
Среднее 7 ЖФБ	3,08	2,59	0,49	15,91	3,34	1,92	1,43	42,66

