

На правах рукописи

УДК 631.861: 631.812.12

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

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

Официальные оппоненты: **Титова Вера Ивановна,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», кафедра агрохимии и агроэкологии, заведующая кафедрой.

Касатиков Виктор Александрович,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», отдел технологий производства органических удобрений и торфа, ведущий научный сотрудник.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

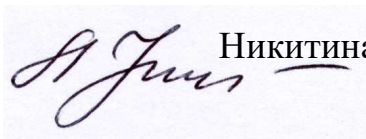
Защита диссертации состоится «3» октября 2024 г. в 13.00 час. на заседании диссертационного совета 24.1.006.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» и на https://www.vniia-pr.ru/upload/iblock/f7b/jzdkgacvrwrvmr3i2enu8tdo6feb35c0/buryak_diss_07_06_2024.pdf

Автореферат разослан « » 2024 г.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета. Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31 а, учёному секретарю диссертационного совета, e-mail: dissovets_vniia@mail.ru.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Никитина Любовь Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 прогнозирование их трансформаций, повышение уровня рентабельности в растениеводстве (Госпрограмма развития агропромышленного комплекса, 2022). Природоподобные технологии предполагают отказ от применения агрохимикатов, поэтому для формирования высокого и качественного урожая сельскохозяйственных культур необходимо использовать органические удобрения и биопрепараты (Байбеков, 2018, Корчагин, Мазиров, Гафурова, Джалилова, 2020). В настоящее время вопросы разработки эффективных систем в области освоения залежных дерново-подзолистых почв с использованием разных видов органических удобрений и биопрепаратов актуальны в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ.

Цель исследований – оценка изменений агрохимических показателей залежных дерново-подзолистых почв, на основе комплексных исследований в полевом опыте, для выявления наиболее эффективных доз и видов органических удобрений на основе индюшиного помета и жидкофазного биопрепарата, повышающих плодородие почвы и способствующих получению максимальной продуктивности однолетних и многолетних трав.

Задачи исследований:

1. Изучить действие разных доз и видов органических удобрений и жидкофазного биопрепарата на агрохимические свойства залежных дерново-подзолистой почвы;
2. Определить влияние разных видов органических удобрений и жидкофазного биопрепарата на биологическую активность дерново-подзолистой почвы;
3. Изучить влияние разных видов органических удобрений и жидкофазного биопрепарата на биометрические показатели роста, урожайность, продуктивность и кормовые достоинства, однолетних и многолетних трав;
4. Определить экономическую эффективность и экологическую безопасность исследуемых приемов при возделывании однолетних и многолетних трав в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ.

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 агрохимические свойства почвы, биологическую активность почвы, биометрические показатели роста, урожайность, качество однолетних и многолетних трав.

Органические удобрения оказали положительное влияние на агрохимические показатели залежной дерново-подзолистой почвы. Их внесение способствовало повышению содержания органического вещества в почве от 3,8 % в контрольном варианте до 4,3-5,3 %, максимальное увеличение зафиксировано во второй год исследования в варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га – 5,9%, содержание общего азота на 68,2%. Наиболее значимые изменения биологической активности в почве произошли в вариантах с применением органических удобрений, целлюлозоразлагающая активность почвы в варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га превышала контроль на 29%, в дозе 30 т/га на 33%, на этих вариантах за счет пролонгированного действия, в течении трех лет активность была стабильно выше, чем на контроле.

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: переваримого протеина 7,22 г, кормовых единиц 0,74 кг и обменной энергии 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%.

Применения гранулированного удобрения на основе индюшиного помета в дозе 15 т/га позволило достичь высокой экономической эффективности, чистый доход в варианте составил – 119735 руб., и коэффициент окупаемости 2,81.

Практическая значимость работы. 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, обеспечивающие наиболее высокую урожайность сельскохозяйственных культур и окультуренность дерново-подзолистых почв.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. В полевом опыте, заложенном на дерново-подзолистых в течение 3 лет установлены закономерности действия разных видов органических удобрений в сочетании с жидкофазным биопрепаратом на изменения показателей почвенного плодородия, химический анализ почвенных проб в годы опыта определил, что разные виды органических удобрений положительно влияют на агрохимический состав почвы, содержание органического вещества, оптимизацию азотного, фосфатного и калийного режимов, стабилизацию реакции почвенной среды и биологическую активность почвы.

2. 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.

3. 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: переваримого протеина 7,22 г, кормовыми единицами 0,74 кг и обменной энергией 9,26 МДж.

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

Степень достоверности и апробация результатов. Исследования подтверждены трехлетним периодом полевых опытов с использованием апробированных методик, результатами исследований аккредитованных лабораторий, наблюдений, статистической обработкой экспериментальных данных. 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.

Публикация результатов исследований. По материалам исследований 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 источников, в том числе 21 на иностранных языках, содержит 34 таблиц, 14 рисунков и 28 приложений. Общий объем работы составляет 142 страниц компьютерного текста.

Личный вклад автора. Соискателем была выбрана и определена тема исследования, поставлены цели и задачи работы, разработана структура исследовательской деятельности. Лично принимала участие в постановке полевого опыта, проводила все учеты, наблюдения и анализ полученных данных, обобщение экспериментальных материалов, математическую обработку. Автор принимал непосредственное участие в подготовке диссертации и автореферата, написании статей, выступлениях с докладами на конференциях регионального и международного уровней.

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

В первой главе рассмотрены вопросы современного состояния вопроса использования сельскохозяйственных угодий, практика применения разных видов органических удобрений и биопрепаратов в земледелии, их воздействие на свойства почвы и продукционные процессы сельскохозяйственных культур.

Глава 2. Почвенно-климатические условия и методика проведения исследований

Для выявления влияния разных видов органических удобрений и жидкофазного биопрепарата на агрохимические показатели почвы, урожайность и качество многолетних и однолетних трав, был заложен вегетационный опыт в 2019 г. и трехлетний полевой опыт в 2020 г. на залежных дерново-подзолистых почвах в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ

По морфологическому описанию почва – дерново-подзолистая, старопашотная, по гранулометрическому составу среднесуглинистая.

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 и 108 мг/кг, содержание общего азота ($N_{\text{общ}}$) 0,019 %, нитратов (NO_3) 7,9 мг/кг, также определено содержание тяжелых металлов в почве: цинк (Zn) 33,8 мг/кг, медь (Cu) 5,3, кадмий (Cd) 0,12, свинец (Pb) 10,1 мг/кг.

Объектами исследований являются: ячмень яровой сорт Нур (*Hordeum vulgare* L.), сенажная травосмесь: овсяница луговая 20% *Festuca pratensis* L. – сорт Лихерольд, кострец безостый 20% *Bromus inermis* L., тимофеевка луговая 20% *Phleum pratense* L. – сорт Лишка, лядвенец рогатый 20% *Lotus corniculatus* L. – сорта Солнышко, клевер луговой 20% *Trifolium pratense* L., органические удобрения на основе индюшиного подстилочного помёта, гранулированные удобрения на основе индюшиного подстилочного помета и жидкофазный биопрепарат, в вегетационном опыте наночастицы меди.

Индюшиный подстилочный помет (перепревший) с индейководческой фабрики в городском округе Егорьевск ООО «Егорьевская Птицефабрика», влажность 67,7%, гранулированное удобрение на основе подстилочного индюшиного помета получено путем центрифугирования и грануляции, влажность 14-16 %, основные характеристики органических удобрений (таб. 1).

Таблица 1. Характеристика органических удобрений

№	Показатель	Индю- шинный помет	Гранулирован- ное удобрение	Массовая концентра- ция примесей токсич- ных элементов* (вало- вое содержание), мг/кг сухого вещества, не более
1	pH _{водн}	6,0±0,1	6,3±0,1	
2	pH _{KCl}	5,9±0,1	6,1±0,1	
3	Органическое вещество, %	54,7±5,5	38,7±3,9	
4	P ₂ O ₅ , %	4,4	4,2	
5	K ₂ O, %	3,0	3,6	
6	N _{общ} , %	7,4	8,94	
7	NO ₃ , мг/100 г	48,45	66,88	
8	Zn, мг/кг	767±230	1849±555	
9	Cu, мг/кг	235	262	
10	Cd, мг/кг	1,1	0,74	2,0
11	Pb, мг/кг	1,9	1,7	130,0

Жидкофазный биопрепарат (далее ЖФБ) разработанный отделом биотехнологий Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель по каскадной ферментационно-экстракционной технологии, физико-химические характеристики приведены в (таб. 2).

Таблица 2. Физико-химические показатели ЖФБ

№	Показатель	Содержание
1	Вид, цвет, консистенция	Жидкость темно-коричневого цвета
2	Массовая доля сухого остатка, %	1,0
3	Кислотность (pH)	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

В вегетационных опытах проводилась предпосевная обработка семян наночастицами меди. Суспензия наночастиц 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.

Учеты и наблюдения выполнялись согласно общепринятым методикам и рекомендациям. Учет урожая многолетних и однолетних трав проводили укосным методом. Математическая обработка опытных данных проведена по Б.А. Доспехову (1985).

Лабораторные исследования почвенных образцов и органических удобрений выполнены аккредитованной экоаналитической лабораторией ООО «Мещерский научно-технический центр».

Анализы почвенных образцов выполнены общепринятыми методами. Общий азот определен по ГОСТ Р 58596-2019, содержание фосфора и калия – по ГОСТ Р 54650-2011, содержание органического вещества – по ГОСТ 26213-91, п.1, кислотность почвы $pH_{вод}$ по ГОСТ 26423-85, $pH_{сол}$ ГОСТ 26483-85. Целлюлозоразлагающую активность почвы определена по методике Е.Н. Мишустина «метод аппликации» (1976).

Анализы органических удобрений: массовая доля общего азота 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, калий по методу определения общего калия ГОСТ 26718-85, влага по методу определения влаги и сухого остатка ГОСТ 26713-85.

Лабораторные исследования сельскохозяйственных культур выполнены в испытательной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанский» по стандарту «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье»: содержание сухого вещества ГОСТ 31640-2012, азота и сырого протеина ГОСТ Р 13496.4, сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации ГОСТ 31675, сырой золы ГОСТ 26226, массовой доли сырого жира ГОСТ 13496.15, каротина ГОСТ 13496.17, нитратов и нитритов ГОСТ 13496.19.

Схема опыта и методика проведения исследований

В вегетационных исследованиях, проводимых в 2019 г., имитировались полевые условия, основной целью было определение наиболее перспективных вариантов, результаты с наилучшими показателями переносились в полевой опыт. Вегетационные опыты проводились в сосудах, в 4 кратной повторности. Схема вегетационного опыта включает 15 вариантов: 1. Без удобрений

(контроль), 2. НПСu, 3. ЖФБ, 4. Г₁₅, 5. Г₃₀, 6. П₁₅, 7. П₃₀, 8. НПСu +Г₁₅, 9. НПСu +Г₃₀, 10. НПСu +П₁₅, 11. НПСu +П₃₀, 12. ЖФБ+Г₁₅, 13. ЖФБ+Г₃₀, 14. ЖФБ+П₁₅, 15. ЖФБ +П₃₀.

Для дальнейших исследований и проведения полевого опыта, по результатам комплексного анализа вариантов вегетационного опыта, выбраны варианты с лучшими показателями по биометрии и урожайности сельскохозяйственных культур, по агрохимическим показателям почвы (таб. 3). Наблюдения в вегетационном опыте проводились параллельно с полевыми исследованиями в 2019-2022 гг.. Анализ вариантов вегетационного опыта в значительной степени совпадал с результатами в полевом опыте. Варианты, не выбранные для полевого опыта, в течении трехлетних вегетационных наблюдений не дали заметных результатов, что подтверждает обоснованность отбора вариантов полевого опыта.

Таблица 3. Схема полевого опыта

№	Название вариантов	Обозначение
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

Полевые исследования проводились на земельном участке категории сельскохозяйственного назначения, местоположение: Московская область, г.о. Егорьевск, принадлежит ФГБУ «Госсорткомиссия», агротехнические мероприятия на участке не проводились с 2014 года (6 лет).

Закладка опыта и последующие наблюдения проведены в соответствии с методиками Доспехова Б.А. и Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур. Для подготовки земельного участка к закладке полевого опыта и выравнивания пестроты почвенного плодородия на участке площадью 6,25 га, в 2019 году проведен уравнивательный посев горохо-овсяной смесью (горох посевной сорт СОФЬЯ (*Pisum sativum* L.) категория оригинальные суперэлита, норма высева 1000 шт. на 1 га, овес яровой сорт Яков (*Avena sativa* L.), категория РС 1 репродукция), норма высева 5 млн шт. на 1 га.

Общая площадь опыта – 1577 м², площадь опытной делянки 38,1 м², учетная площадь 25 м², учетная делянка 1 м², защитная полоса 1,6 м между каждой делянкой. Метод размещения вариантов рендомизированный, число вариантов – 7, повторность четырехкратная. С учетом полученной нормы высева на площадь опытного участка с учетом защитных полос высеяно: многолетних трав 5,5 кг, ячменя 1,1 млн/семян.

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 (равномерно на каждую делянку согласно схемы), культивация с боронованием (на глубину 6 – 8 см), предпосевная обработка почвы, предпосевная обработка семян 5%-ным жидкофазным биопрепаратом (согласно схемы), посев ячменя и травосмеси (глубина посева семян ячменя 4 см, многолетних трав – 1,5-2 см), послепосевное прикатывание.

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований

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

Погодные условия за годы исследований были различными по температурному режиму и влагообеспеченности почвы. Погодные условия 2020 и 2021 годов оказались весьма благоприятными для роста и развития многолетних трав, температура воздуха в вегетационный период приближалась к среднемноголетним показателям. Весна 2022 г. выдалась холодной, в летние месяцы наблюдался большой дефицит осадков, что существенно сказалось на урожайности многолетних трав.

В целом, в период проведения полевого опыта погодные условия соответствовали требованиям и обеспечивали достаточно высокий потенциал продуктивности сельскохозяйственных культур, однако основным фактором влияния выступал уровень увлажнения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Влияние разных видов органических удобрений и биопрепарата ЖФБ на агрохимические свойства почвы

Анализ эффективности органических удобрений и биопрепарата на содержание органического вещества в почве проведен по результатам лабораторных исследований почвенных образцов, отобранных перед закладкой и в осенний период в течении трех лет полевого опыта. Весной 2020 года показатель органического вещества в почве составлял 3,5%. Изменения содержания

органического вещества в пахотном слое за три года исследования представлены на рисунке 1.

Внесение органических удобрений способствовало увеличению содержания органического вещества в почве от 3,8 % в контрольном варианте до 4,3-5,3 %, максимальное увеличение зафиксировано во второй год исследования в варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га – 5,9%, что на 2,1% превышает контроль. При внесении возрастающих доз органических удобрений в вариантах 15 и 30 т/га, не выявлено значительной разницы эффекта по накоплению содержания органического вещества, значения показателя 1,2...1,4%.

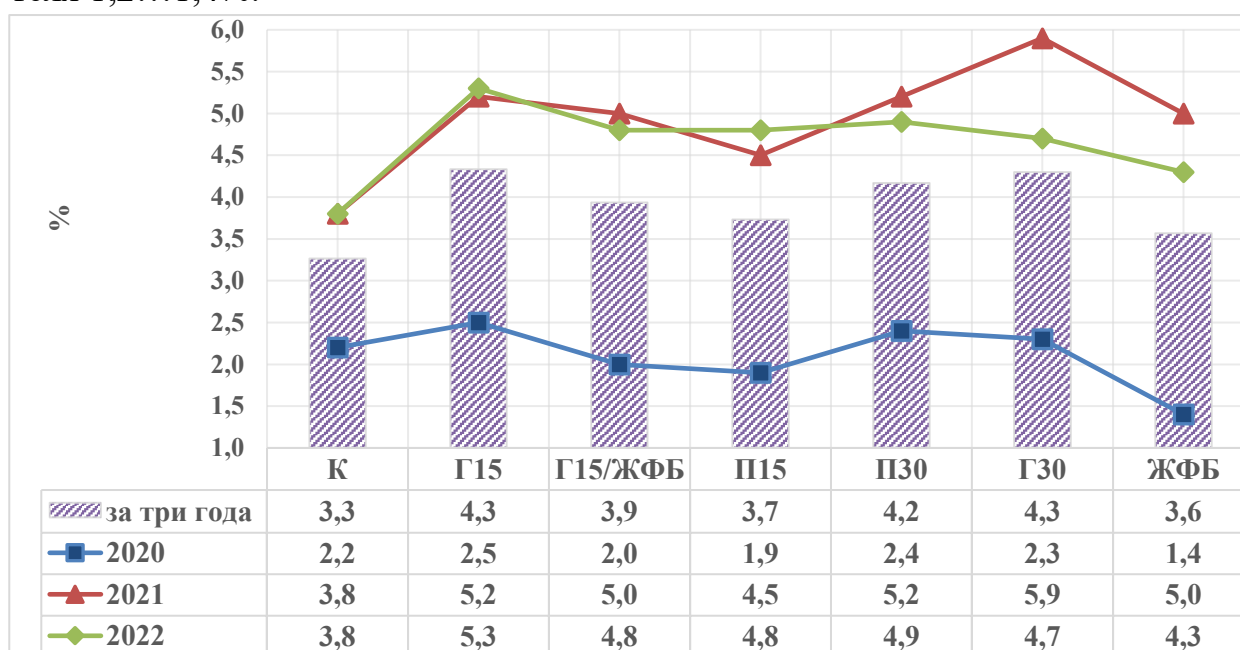


Рис. 1. Изменения содержания органического вещества в почве за три года

Внесение органических удобрений и выращивание многолетних трав оказало положительное влияние на кислотность почвы и улучшило реакцию почвенной среды. В вариантах с применением органических удобрений в дозе 15 т/га, изменения обменной кислотности в почве на третий год исследований были наиболее значимые 4,8-5,2 ед. на контрольном варианте показатель 4,6 ед.

Исследование процессов трансформации азота в системе «растение-удобрение-почва» имеет огромное практическое и научное значение. В полевом опыте проведен анализ содержания общего азота в почве с динамикой изменений в годы исследования (таб. 4).

Таблица 4. Изменение содержания общего азота в почве, %

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

Анализ трехлетних показателей содержания общего азота в почве, при внесении органических удобрений под однолетние и многолетние травы, не определил зависимости его содержания в почве от вида органического удобрения. В варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га максимально увеличилось содержание общего азота в почве на 68,2% в варианте с пометом в той же дозе на 52,3 %. В вариантах с ЖФБ отмечено минимальное увеличение показателя 2,3...6,8%. Внесение органических удобрений в дозе 30 т/га не привело к увеличению показателей общего азота в почве, что может быть связано с сильной засоренностью посевов в этих вариантах и большим выносом общего азота с сорными растениями.

Содержание нитратов в почве с учетом внесения органических удобрений показывает, что накопление этой формы минерального азота определяется потенциальными запасами почвенного плодородия (табл. 5). В исследовании не установлено превышение предельно – допустимой концентрации (ПДК) нитратов в почве, которая составляет 130 мг на 1 кг.

Таблица 5. Изменения содержания нитратов в почве за три года, мг/кг

№	Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.	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.

Поступление фосфора в почву с органическими удобрениями способствовало активному развитию корневой системы однолетних и многолетних трав во время всей вегетации. По данным А.Х. Шеуджена (2015), большая часть фосфора в помете, представленная органическими соединениями, слабо закрепляется в почве и хорошо усваивается растениями.

В ходе исследований изучалось влияние органических удобрений и ЖФБ на накопление подвижных форм фосфора и калия в почвенном профиле 0-20 см (рис. 2), исходные показатели фосфора – 238 ±50 мг/кг, калия – 108±16 мг/кг.

Изменения фосфатного режима почвы по вариантам опыта в зависимости от внесения органических удобрений и обработки семян ЖФБ, в том числе их совместного использования в течении всего периода наблюдений, носили динамичный характер. Во второй год отмечалось повышение содержания подвижного фосфора в почве в сравнении с неудобренным контролем более чем на 40%.

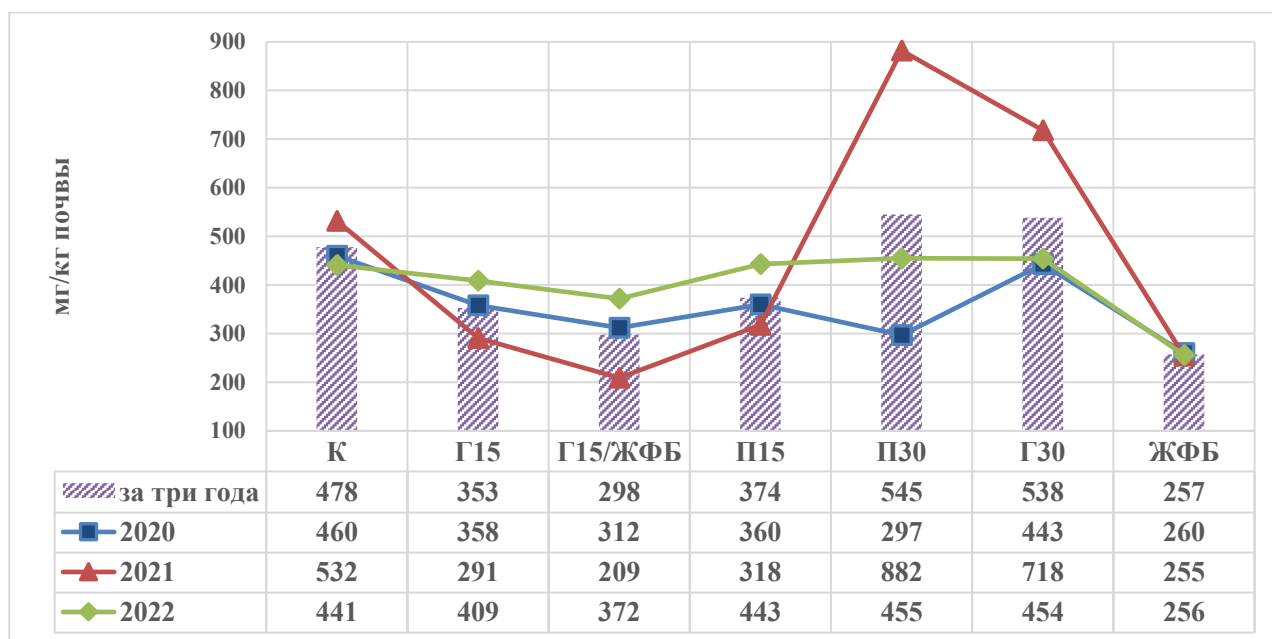


Рис. 2. Влияние органических удобрений на количество подвижного фосфора в почве, мг/кг

Показатели содержания подвижного калия в почве за три года исследований как уменьшались, так и увеличивались относительно контроля (рис. 3),

что может быть связано с варьированием урожайности сельскохозяйственных культур.

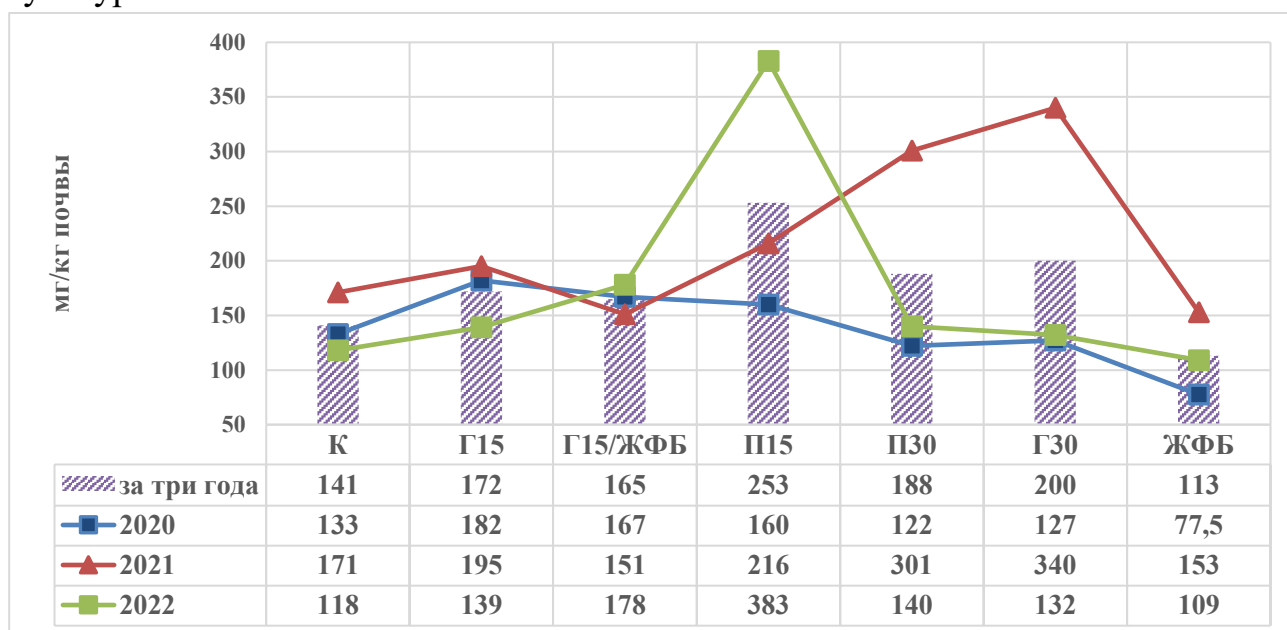


Рис. 3. Влияние органических удобрений на количество подвижного калия в почве, мг/кг

Значительная динамика изменений фосфатного и калийного режимов почвы в годы исследований может быть обусловлена пространственной вариативностью и сезонной составляющей.

Используя скорость разложения целлюлозы, можно определить общий уровень биологической активности в почве для использования в практических приложениях землепользования. В полевом опыте проводились наблюдения за биохимическим разложением целлюлозы с применением анализа хлопковой ткани. Целлюлозоразлагающей активности почв определена по методике Е.Н. Мишустина метод «аппликаций» в биологически активном слое почвы 0-20 см, в котором наиболее интенсивно протекают микробиологические процессы, время закладки в течении трех лет на 30 и 100 суток в каждый вариант 4-х повторностей (рис. 4, 5).

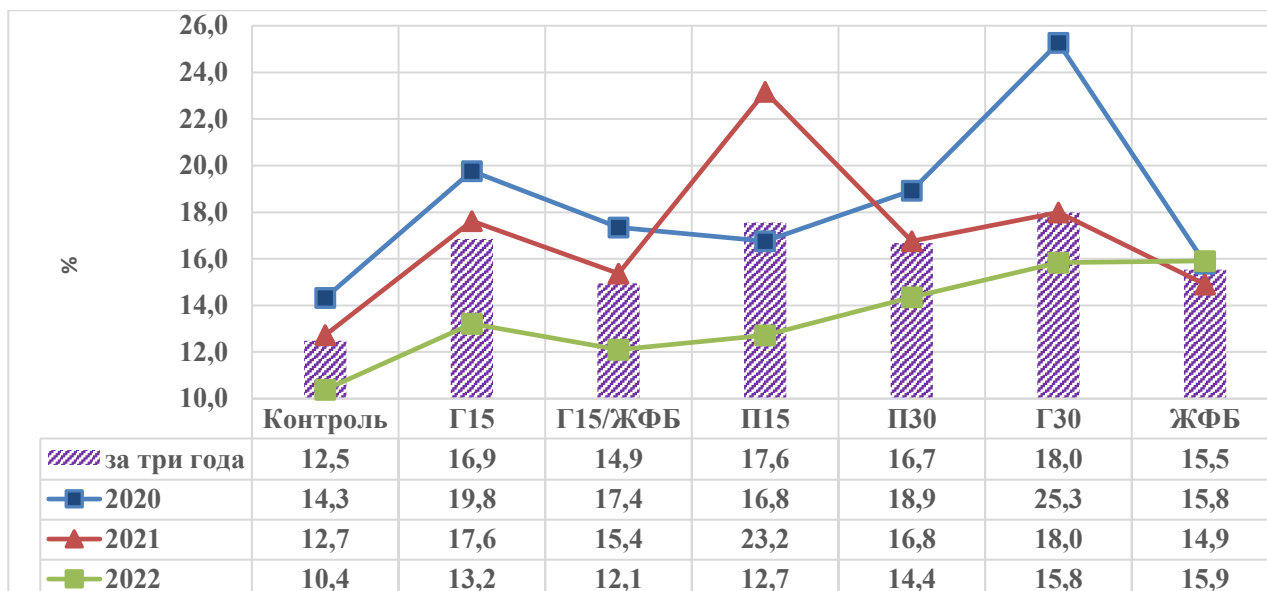


Рис. 4. Процент разложения ткани за 30 суток

По убыли в массе ткани за период закладки рассчитывали интенсивность процесса разрушения клетчатки. При оценке целлюлозоразлагающей активности почвы использовалась шкала, предложенная Д.Г. Звягинцевым: очень слабая – < 10 %, слабая – 10-30, средняя – 30-50, сильная – 50- 80, очень сильная > 80 %.

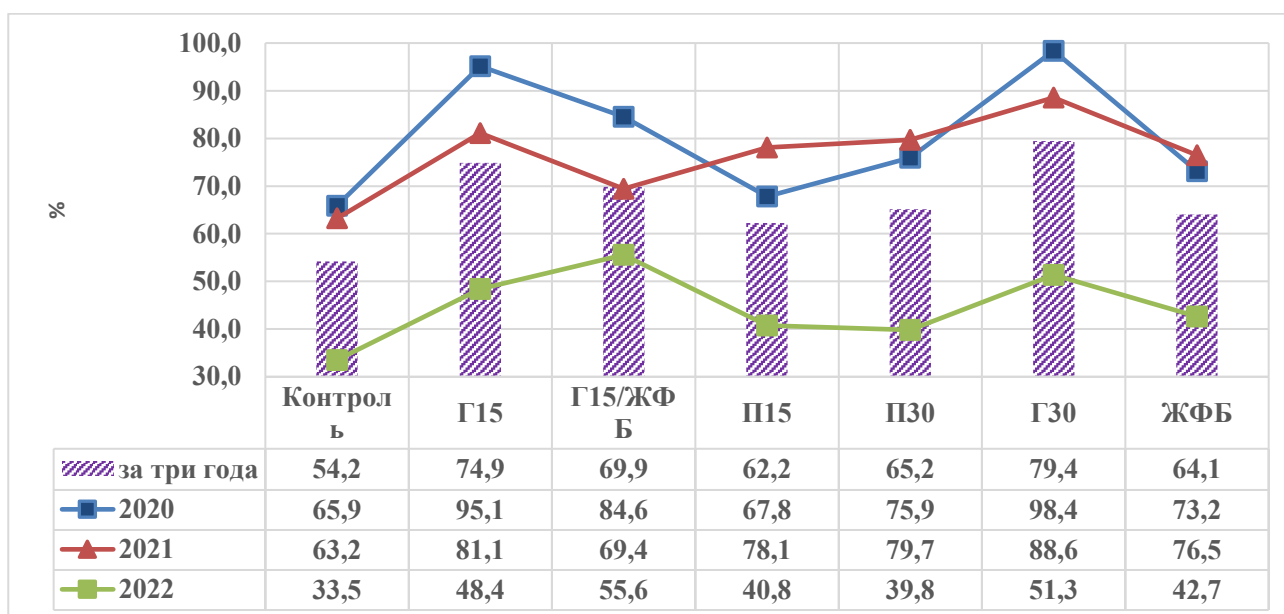


Рис. 5. Процент разложения ткани за 100 суток

Применение органических удобрений оказало существенное влияние на микробиологические процессы в почве. За 30 суток максимальный процент разложения ткани зафиксирован в первый год исследования, в вариантах с гранулированным удобрением в дозе 30 т/га составил 25,3 % на контрольном варианте 14,3%.

Установлена определенная зависимость повышения целлюлозоразлагающей активности почвы с увеличением дозы внесения органических удобрений и характеризовалась, согласно шкале Д.Г. Звягинцева как сильная.

Во всех вариантах опыта активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов превышает контрольную. По интенсивности разложения целлюлозы можно судить о ходе мобилизационных процессов и наличии доступных форм азота в почве. Наиболее интенсивная микробиологическая активность почвы наблюдалась в первый год исследований, процент разложения целлюлозы в вариантах с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га превышал контроль на 29%, в дозе 30 т/га на 33%. Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов снижалась второй и третий год в среднем на 27-46%, в вариантах опыта с гранулированным удобрением показатель активности был значительно выше, это объясняется пролонгированным действием гранул, а также лучшей аэрацией почвы, что благоприятно сказывается на аэробной микрофлоре.

Данные исследований на дерново-подзолистых почвах показали высокую степень влияния многолетних трав на биологическую активность почвы. На контрольном варианте средняя интенсивность разрушения целлюлозы за три года составила 54,2%, и оценивается как сильная, что в первую очередь связано с посевом многолетних культур в опыте и проведением агротехнических мероприятий при введении земельного участка в сельскохозяйственный оборот.

По результатам исследований в полевом опыте в среднем за 2020, 2021, 2022 гг. рассчитаны вынос и баланс азота при возделывании сельскохозяйственных культур.

Согласно анализу, в индюшином помете содержится 7,4 % азота, в гранулированном удобрении 8,94 %, органические удобрения вносились в почву в первый год исследований однократно, по схеме опыта.

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур с применением органических удобрения 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 кг/га, в варианте Г₃₀ максимальный вынос азота 31,2 кг/га, в варианте с ЖФБ – 29,8 кг/га.

Расчет баланса азота (табл. 6) 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 в почве.

Таблица 6. 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 органического удобрения в оптимальной в дозе 15 т/га, баланс азота в размере 39,0 – 165,4 – 274,1 кг/га можно считать допустимым. Эти данные выноса азота однолетними и многолетними травами могут служить важной научной базой при разработке соответствующих нормативов для условий Центральной части Нечерноземной зоны РФ.

Глава 4. Влияние разных видов органических удобрений и биопрепарата ЖФБ на рост, развитие, урожайность и качество сельскохозяйственных культур

Согласно проведенным исследованиям органические удобрения и предпосевная обработка семян ЖФБ оказали неоднозначное влияние на рост и развитие однолетних и многолетних сельскохозяйственных культур. Раннее появление всходов в вариантах с обработкой семян ЖФБ в первый год исследования, не повлияло на развитие растений в последующие фазы, варианты с применением органических удобрений различались однородностью, плотностью травостоя. Оценка качества посевов показала похожую тенденцию с фенологическими наблюдениями, проведенными во второй и третий годы наблюдений. 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 и 30 т/га на 23,2-25,4 % по отношению к контролю.

Максимальная урожайность ячменя на зеленый корм и на сухую массу в варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га составила 5,07 т/га и 1,34 т/га соответственно, что в 2 раза выше контрольного варианта опыта –

2,32 и 0,67 т/га (табл. 7), в варианте с применением индюшиного помета в дозе 30 т/га и ЖФБ отмечена самая низкая урожайности ячменя в сравнении с контролем.

Таблица 7. 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 органических удобрений в дозах 30 т/га, четко прослеживаются зависимость засоренности посевов в первый год исследований и низкие показатели урожайности.

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 сильная. Выращивание многолетних трав резко снизило общую засоренность за три года в вариантах с индюшиным пометом в дозе 15 и 30 т/га от 79...84 %, 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.

В первый год исследований видовой состав зеленой массы многолетних трав соответствовал составу сенажной травосмеси. Во второй год в структуре травостоя 90% видового состава представляли тимофеевка луговая и клевер луговой, в третий год наблюдений 70% клевер, 30% травы сенажной смеси.

Урожайность зеленой и сухой массы многолетних трав во второй год исследований была самой высокой во всех вариантах опыта (табл. 8). Снижение урожайности на третий год было намного значительней в вариантах с индюшиным пометом.

Таблица 8. Урожайность многолетних трав, т/га

	Вариант опыта	Зеленая масса				Сухая масса			
		2020 г.	2021 г.*	2022 г.*	Ср.	2020 г.	2021 г.*	2022 г.*	Ср.
1	Контроль	18,6	26,9	24,2	23,2	5,1	6,4	5,4	5,6
2	Г ₁₅	36,5	76,0	42,8	51,8	8,3	15,9	7,1	10,4
3	Г ₁₅ ЖФБ	27,8	53,0	38,8	39,9	6,2	9,2	6,7	7,4
4	П ₁₅	32,5	56,4	29,3	39,4	5,6	10,1	5,6	7,1
5	П ₃₀	34,6	58,3	28,8	40,6	6,1	11,3	5,5	7,6
6	Г ₃₀	29,9	58,2	34,9	41,0	5,7	11,4	6,8	8,0
7	ЖФБ	25,1	27,9	29,2	27,4	6,9	6,9	5,6	6,5
НСР _{05 т/га}		2,56	3,75	2,85	3,15	2,56	1,4	1,05	1,66

* В среднем за два укоса.

Предпосевная обработка семян ЖФБ не оказала существенного влияния на урожайность многолетних трав, что подтверждает результаты испытаний разработчиков в части активной работы данного препарата в сочетании с органическими удобрениями.

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).

Согласно данным полевого опыта, применяемые органические удобрения в целом оказали положительное влияние на качество корма многолетних трав (табл. 9), в месте с тем анализируя химический состав ячменя на зеленый корм на содержание нитратов, установлено значительное превышение предельно допустимых концентраций. Полученную зеленую массу ячменя рекомендуем использовать в качестве органического удобрения, как сидерат.

Таблица 9. 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	Каротин	Нитраты
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

Применение органических удобрений в сочетании с ЖФБ оказало 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: переваримого протеина 7,22 г, кормовых единиц 0,74 кг и обменной энергии 9,26 МДж.

Глава 5. Экономическая эффективность и экологическая безопасность изучаемых приемов

Для определения экономической эффективности выращивания однолетних и многолетних злаково-бобовых трав на сено при введении земельного участка в сельскохозяйственный оборот проведен расчет затрат с использованием технологических карт, с учетом вариантов полевого опыта и внесение разных видов органических удобрений и обработкой семян ЖФБ.

Расчет экономической эффективности использования разных видов и доз органических удобрений и ЖФБ проведен по методике Российского НИИ экономики сельского хозяйства, на основе статистических данных за 2020-2022 годы, по следующими показателям: 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 окупаемости затрат.

При расчете производственных затрат учитывались: затраты на приобретение и транспортировку индюшиного помета, гранулированного удобрения, ЖФБ. Стоимость 1 т индюшиного помета 1250 руб., в расчете на 15 т/га – 18750 руб., в расчете на 30 т/га – 37500 руб., стоимость гранулированного удобрения на основе индюшиного помета в расчете на 15 т/га 55000 руб., в расчете на 30 т/га – 110000 руб., цена одного литра ЖФБ 150 руб., при дозе внесения на гектарную норму высева семян, на гектар соответственно, 15000 руб. Затраты на транспортировку принимались равными 30 % от стоимости индюшиного помета 15 т/га – 5625 руб., 30 т/га 11250 руб., на транспортировку гранулированного удобрения 20% от стоимости, 15 т/га – 11165 руб., 30 т/га – 22330 руб., ЖФБ – 4500 руб.

Стоимость полученной продукции рассчитывалась исходя из данных Росстата о средней стоимости тонны злаково-бобовое сено в регионе, которая составила в 2020 г. 6500 руб.

В условиях проведенного полевого опыта по показателям чистого дохода и окупаемости, наиболее целесообразно использовать в качестве органического удобрения – гранулированное удобрение на основе индюшиного подстилочного помета в дозе 15 т/га, чистый доход составил 119735 руб., при этом на 1 рубль затрат достигается получение 2,81 рубля условно-чистого дохода.

Экологическая безопасность. 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.

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.

Содержание тяжелых металлов и микроэлементов в процессе центрифугирования индюшиного помета в расчете на сухое вещество изменилось незначительно (табл. 10).

Таблицы 10. Содержание элементов в органических удобрениях, мг/кг

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

Концентрация абсолютных токсикантов – свинца и кадмия – как в помете, так и в гранулированном удобрении существенно ниже допустимой нормы: в гранулированном в сравнении с пометом – 0,36 и 0,2 мг/кг, соответственно. Содержание микроэлементов цинка и меди в органических удобрениях высокое, 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.

Анализ изменений содержания микроэлементов и тяжелых металлов в почве за три года исследований, не выявил закономерности повышения либо снижения их содержания в зависимости от дозы внесения и вида органических удобрений. Вместе с тем, лабораторными исследованиями не установлено превышений ПДК тяжелых металлов в почве во всех вариантах опыта в период определения.

Выводы

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

- органические удобрения способствовали повышению содержания органического вещества в почве от 3,8 % на контрольном варианте до 4,3-5,3 %. В варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га, во второй год исследования, зафиксировано максимальное увеличение органического вещества – 5,9% и содержание общего азота 68,2%.

- в вариантах с применением органических удобрений произошли наиболее существенные изменения биологической активности в почве. Целлюлозоразлагающая активность почвы в варианте с гранулированным удобрением в дозе 15 т/га превышала контроль на 29%, в дозе 30 т/га на 33%, на этих вариантах за счет пролонгированного действия в течение трех лет активность была стабильно выше, чем на контроле.

2. На основе проведенного полевого опыта в течение всего периода наблюдений, установлена прямая зависимость 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 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 оказало 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: переваримого протеина 7,22 г, кормовых единиц 0,74 кг и обменной энергии 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 сильная. Выращивание многолетних трав резко снизило общую засоренность за три года в вариантах с индюшиным пометом в дозе 15 и 30 т/га от 78,9 до 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.

3. Возделывание однолетних и многолетних трав при внесении разных видов органических удобрений позволило достичь высокой экономической эффективности. Наибольший эффект получен в варианте с использованием гранулированного удобрения в дозе 15 т/га, где чистый доход составил 119735 руб., при этом на 1 рубль затрат достигается получение 2,81 рубля условно-чистого дохода.

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, повышенные дозы может привести к увеличению в почве и водоемах избыточного количества нитратов и тяжелых металлов.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В южной части Нечерноземной зоны 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 зерново-бобового сена на уровне 51,8 т/га, а также 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.

Направления дальнейших исследований

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение устойчивости и продуктивного долголетия многолетних трав, возделываемых в южной части Нечерноземной зоны РФ, в зависимости от вида органических удобрений в разных дозах. Особое внимание при этом должно быть обращено на изучение экологической безопасности возделывания, повышение биологической

активности почвы, миграцию элементов питания по профилю и получение экологически безопасной кормовой продукции.

Список основных опубликованных работ по теме диссертации

1. Буряк, С.М. Эффективность гранулированного и перепревшего индюшиного помета при возделывании многолетних трав на дерново-подзолистой почве / С.М. Буряк, О.В. Черникова, Ю.А. Мажайский //АгроЭкоИнфо, 2022. – № 4 (52). DOI 10.51419/202124427. – EDN ARGLZX.

2. Буряк, С. М. Восстановление плодородия малопродуктивных дерново-подзолистых почв, вновь вводимых в сельскохозяйственный оборот / С. М. Буряк, О. В. Черникова, Ю. А. Мажайский // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 1(202). – С. 56-63. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-1-56-63. – EDN IMVWDO.

3. Buryak, S.M. The influence of granulated and rotted turkey manure on the productivity of perennial grasses / S.M. Buryak, O.V. Chernikova, Y.A. Mazhayskiy // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023, 1212(1), 012015. DOI 10.1051/e3sconf/202021201002. – EDN MSFGQP.

4. Chernikova, O. Comparative analysis of the use of biostimulants on the main types of soil / Chernikova O., Mazhaysky Yu., Buryak S., Seregina T., Ampleeva L. // Agronomy Research. – 2021. – Т. 19. № Special Issue 1. – С.711-720. DOI 10.15159/AR.21.075. – EDN DSTGXM.

Патент на изобретение

Буряк, С.М. Способ повышения плодородия почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / Буряк С.М., Мажайский Ю.А., Черникова О.В., Голубенко М.И. // Патент на изобретение 2771225 С1, 28.04.2022. Заявка № 2021122971 от 29.07.2021.

