

На правах рукописи

Климов Александр Андреевич

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЯДВЕНЦЕ- И ЛЮЦЕРНОФЕСТУЛОЛИУМОВЫХ
ТРАВОСТОЕВ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

Специальность: 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва - 2025

Работа выполнена на кафедре растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель: **Лазарев Николай Николаевич,**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»

Официальные оппоненты: **Мерзлая Генриэта Егоровна,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова»

Иванова Надежда Николаевна,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель – филиала ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится «25» декабря 2025 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.030.02 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел./факс: 8(499) 976-17-14.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов):
127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте университета: www.timacad.ru

Автореферат разослан « ____ » ____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

А.В. Константинович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В Центральном районе Нечерноземной зоны основными источниками кормов для жвачных животных являются многолетние травы – клевер луговой, тимофеевка луговая, кострец безостый, ежа сборная. В меньшей степени используют люцерну изменчивую и синюю, клевер ползучий. В условиях изменения климата отмечаются неравномерное выпадение атмосферных осадков, резкие колебания теплового режима как в период вегетации, так и во время перезимовки трав. Клевер луговой имеет малое долголетие, люцерна изменчивая и синяя на слабоокультуренных дерново-подзолистых почвах формирует недостаточно устойчивые травостои, а клевер ползучий характеризуется слабой засухоустойчивостью. Это вызывает необходимость в расширении посевов долголетних альтернативных видов бобовых трав – лядвенца рогатого и люцерны желтой, и использовании для этих целей почв с недостаточной степенью окультуренности. Лядвенец рогатый является наименее требовательным видом к почвенному плодородию, а люцерна желтая превосходит другие бобовые травы по морозостойкости. Лядвенец рогатый является важным компонентом травосмесей в системе органического пастбищного хозяйства, поскольку он не вызывает тимпании у жвачных животных, его использование в кормлении способствует снижению выделения парниковых газов в атмосферу, улучшению качества животноводческой продукции.

Получение сбалансированных по сахаро-протеиновому отношению травяных кормов обеспечивается за счет использования бобово-злаковых агрофитоценозов, причем перспективным злаковым компонентом травостоев является межродовой гибрид – фестулолиум, характеризующийся высокой отставностью и повышенным содержанием водорастворимых углеводов.

Степень разработанности темы. В различных почвенно-климатических зонах России и мира выполнено большое количество исследований по оценке различных травосмесей на основе лядвенца рогатого, люцерны желтой и фестулолиума по урожайности, питательности, долголетию и устойчивости к неблагоприятным почвенно-климатическим факторам (Дронов А.В., 2016; Золотарев В.Н., 2022; Образцов В.Н., 2018, Писковацкий Ю.М., 2008; Привалова К.Н., 2017, 2020), обоснованы режимы использования травостоев, система удобрения и технологии заготовки травяных кормов (Иванова Н.Н., 2020; Косолапов В.М., 2021; Кутузова А.А., 2019; Эседуллаев С. Т., 2020; Adamovich A., 2003). Изменение климата вызывает необходимость возделывания в Нечерноземье бобово-злаковых агрофитоценозов с участием видов трав, обладающих высокой стрессоустойчивостью. К таким видам относятся люцерна желтая и лядвенец рогатый. Изучение их устойчивости в травосмесях с фестулолиумом при использовании регулятора роста направлено на решение задач по продлению продуктивного долголетия травостоев и повышение качества получаемых кормов.

Цель исследований – разработать агротехнологические приемы создания высокопродуктивных бинарных фестулолиумолядвенцевых и

фестулолиумлюцерновых травостоев на сильно- и слабоокультуренных дерново-подзолистых почвах.

Реализация поставленной цели предусматривает выполнение следующих задач:

- определить особенности формирования люцерно- и лядвенцефестулолиумовых агрофитоценозов на сильноокультуренной дерново-подзолистой почве в 1-3-й годы жизни трав;
- оценить продуктивность травостоев по урожайности и выходу обменной энергии при интенсивном трехукосном использовании;
- выявить устойчивость люцерны желтой и лядвенца рогатого в бинарных травосмесях с фестулолиумом и овсяницей луговой на слабоокультуренной почве в течение 1-2-го годов жизни трав;
- определить влияние некорневой обработки регулятором роста Гибберсиб, П на рост, развитие и продуктивность люцерны и лядвенца в составе бобово-злаковых агрофитоценозов;
- оценить питательную ценность травяных кормов по содержанию органических и минеральных веществ на почвах разного уровня плодородия;
- рассчитать показатели агрономической и экономической эффективности возделывания бобово-злаковых травостоев при интенсивном трехкратном скашивании.

Научная новизна. Впервые на дерново-подзолистых почвах разной степени оккультуренности научно обоснованы приемы создания высокопродуктивных двухкомпонентных злаково-бобовых агрофитоценозов из лядвенца рогатого, люцерны желтой и фестулолима, обеспечивающие на 2-3-ий годы жизни выход обменной энергии на уровне 73,2 ГДж/га. Некорневое применение регулятора роста Гибберсиб, П способствовало повышению продуктивности и устойчивости лядвенца рогатого и люцерны желтой в составе агрофитоценозов.

Теоретическая и практическая значимость исследований

Установлены закономерности формирования высокопродуктивных лядвенце- и люцернофестулолиумовых травостоев в зависимости от степени оккультуренности почвы, сортовых особенностей фестулолиума и регулятора роста. На сильноокультуренной почве бобово-злаковые травостои с участием фестулолиума сорта Изумрудный овсяницевого типа превосходили по урожайности агрофитоценозы с фестулолиумом сорта ВИК 90. Люцернофестулолиумовые агрофитоценозы в среднем за 3 года обеспечивали получение до 6,81 и 7,29 т/га сухой массы, что на 28,2% больше чем лядвенцефестулолиумовые. На слабоокультуренной почве люцернофестулолиумовые травосмеси не имели преимущества перед травостоями с участием лядвенца рогатого. Некорневое внесение регулятора роста Гибберсиб, П увеличивает урожайность бобово-злаковых травостоев на 6,3% на сильноокультуренной почве и на 6,9% – на слабоокультуренной. Люцернофестулолиумовые травостои на сильноокультуренной почве при некорневом внесении регулятора роста Гибберсиб, П обеспечивают получение

зеленых кормов с высоким содержанием сырого протеина (16,7%), кальция (1,08%) и фосфора (0,38%). На слабоокультуренной почве преимущество имели зеленые корма из лядвенцефестулолимовых травосмесей с содержанием в сухой массе трав 14,6% сырого протеина, 0,96% кальция и 0,34% фосфора. Возделывание бобово-злаковых травостоев позволяло получать зеленые корма с низкой себестоимостью – 1,64-2,89 руб. за 1 ЭКЕ.

Методология и методы исследования. Исследования базируются на всестороннем анализе научных публикаций по изучаемой проблеме, постановке цели и задач исследований, проведении полевых и лабораторных опытов по современным методикам, статистической обработке экспериментальных данных и анализе результатов исследований.

Апробация результатов. Основные положения диссертации доложены, обсуждены и одобрены на конференциях: Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022 г.); Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023 г.); Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024 г.);

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 156 страницах состоит из введения, основной части, содержащей 22 таблицы, 13 рисунков, заключения, библиографического списка (включает 225 наименований, в том числе 49 на иностранном языке) и 33 приложения.

Степень достоверности полученных результатов. Исследования выполнены по общепринятым методикам и ГОСТам, используемым в государственном сортиспытании сельскохозяйственных культур, растениеводстве и луговодстве. Выводы и рекомендации производству сделаны на основе критериев достоверности, рассчитанных при статистической обработке экспериментальных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

- научно-практические приемы управления продуктивностью бинарных лядвенце- и люцернофестулолиумовых травостоев на дерново-подзолистых почвах разной степени оккультуренности;
- закономерности формирования высокопродуктивных агрофитоценозов и их структурных компонентов в зависимости от уровня плодородия почвы, сортовых особенностей трав и некорневого применения регулятора роста;
- особенности формирования качества зеленых кормов на почвах разного уровня плодородия;
- обоснование экономической и агрогидроэнергетической эффективности возделывания бобово-фестулолиумовых травостоев при применении регулятора роста.

Личный вклад. Автором лично проведены все полевые и лабораторные исследования, анализ и статистическая обработка экспериментальных данных, подготовка научных публикаций и докладов, написание диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проведения исследований, изложено современное состояние проблемы и научная новизна. Сформулированы цели и задачи исследований, теоретическая и практическая значимость результатов исследования, основные положения, выносимые на защиту.

В главе 1 «Агроэкологические подходы к возделыванию фестулолиумо-бобовых травостоев на фоне разной степени окультуренности почв» приведен анализ литературы, как отечественной, так и зарубежной. Основное внимание уделено формированию травосмесей из злаковых и бобовых культур, что обеспечивает высокую урожайность, питательную ценность кормов, устойчивость агрофитоценозов и адаптацию к климатическим изменениям. Подчёркивается значимость научно обоснованного подбора компонентов травосмеси и агротехники для устойчивого и рентабельного сельского хозяйства.

В главе 2«Условия и методика проведения исследований» описаны методы исследований и условия проведения экспериментов.

Исследования проведены в 2022-2024 гг. на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в двух полевых опытах.

В опыте 1 «Формирование бобово-фестулолиумовых травостоев на сильноокультуренной дерново-подзолистой почве» объектом исследований являлись одновидовые посевы двух сортов фестулолиума (*Festulolium* F. Asch. et Graebn) – ВИК 90 и Изумрудный и двухкомпонентные травосмеси этих сортов с лядвенцем рогатым (*Lotus corniculatus* L.) и люцерной желтой (*Medicago falcata* L.). Одновидовые посевы и травосмеси изучали при некорневом внесении регулятора роста Гибберсиб, П и без его применения. Основным компонентом регулятора роста Гибберсиб, П является комплекс натриевых солей высокоактивных гиббереллинов, включая GA3, GA4, GA7 и их изомеры. Препарат применяли из расчёта 30 г на 1 га, расход рабочего раствора 300 л/га. Почва сильноокультуренная, содержит 3,9 % гумуса, подвижного фосфора — 476 мг/кг, обменного калия — 190 мг/кг, подвижного бора — 0,91 мг/кг, молибдена — 0,07 мг/кг, кобальта — 1,19 мг/кг, рН_{KCl} - 5,9, степень насыщенности основаниями 85,4%. Инокуляцию и макроудобрения не применяли.

В опыте 2 «Устойчивость лядвенца рогатого и люцерны желтой в травосмесях с фестулолиумом на слабоокультуренной дерново-подзолистой почве» исследования выполнены в 2023-2024 гг. Объектом исследований являлись одновидовые посевы двух сортов фестулолиума – Фест и ВИК 90, а также овсяницы луговой сорта Свердловская и двухкомпонентные травосмеси этих сортов с лядвенцем рогатым, люцерной желтой и регулятором роста Гибберсиб, П. Перед посевом семена люцерны желтой и лядвенца рогатого инокулировали ризоторфином, содержащем соответственно штаммы клубеньковых бактерий 4256 и 476. Почва слабоокультуренная, содержит 1,9 %

гумуса, подвижного фосфора — 377 мг/кг, обменного калия — 33 мг/кг, подвижного бора — 0,72 мг/кг, молибдена — 0,12 мг/кг, кобальта — 0,41 мг/кг, рН_{KCl} - 4,6, степень насыщенности основаниями 34,6%. Ежегодно весной вносили гранулированный хлористый калий в дозе K₁₂₀.

Беспокровный посев проведен 23 мая 2022 (опыт 1) года и 13 мая 2023 года (опыт 2). Нормы высева составили: фестулолиум в одновидовом посеве – 18 кг/га, в смеси с бобовыми травами — 9 кг/га, лядвенец рогатый — 8 кг/га и люцерна желтая — 12 кг/га. Нормы высева овсяницы луговой в опыте 2 в одновидовых посевах – 18 кг/га, в смеси – 9 кг/га. В год посева на обоих опытах провели один укос, а в последующие – три. Высота скашивания составляла 7 см.

Площадь опытной делянки в опыте 1 – 14 м², в опыте 2 – 14,26 м², повторность соответственно трехкратная и четырехкратная, размещение вариантов рандомизированное.

Учёты и наблюдения выполнялись по «Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1997) и «Методике агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами» (Лукомец В.М. и др., 2022). Агрохимические свойства почвы определялись следующими методами: подвижный фосфор и калий – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011), кислотность (рН_{KCl}) – по ГОСТ 26483–85, содержание гумуса – по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91), молибден – по методу Григга (ГОСТ Р 50689-94), бор – по методу Бергера и Труога (ГОСТ Р 50688-94). Сухое вещество устанавливали высушиванием навески при 105 °С до постоянной массы (ГОСТ 31640-2012). Агроэнергетическая эффективность возделывания трав рассчитывалась по «Методическому руководству по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах» (2000). Химический состав зеленой массы определяли на инфракрасном анализаторе SpectraStar 2600XT, урожайность учитывали в fazu бутонизации, а статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

В главе 3 «Формирование бобово-фестулолиумовых травостоев на сильно окультуренной дерново-подзолистой почве» приведены результаты трехлетних полевых исследований по оценке устойчивости и урожайности люцерны желтой и лядвенца рогатого в двухкомпонентных травосмесях на сильноокультуренной дерново-подзолистой почве.

Ботанический состав травостоев зависит от конкурентных взаимоотношений между видами трав, их долголетия и устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды.

В первый год жизни люцерна желтая стала преобладающим компонентом травостоев в смеси с обоими сортами фестулолиума, а в бинарной травосмеси лядвенца с фестулолиумом Изумрудный доминировал злаковый компонент. На второй и третий годы жизни люцерна сохранила высокую долю в ботаническом составе травостоев – 59,0-77,9%, причем внесение регулятора роста способствовало увеличению количества люцерны (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ботанический состав травостоев на сильноокультуренной почве в 2023 году, %

Лядвенцефестулолиумные травостои имели более сбалансированный состав по соотношению злаковых и бобовых компонентов. В травосмеси на основе фестулолиума Изумрудный в среднем за 2 года доля лядвенца составляла 56,1% и злаков – 38,3%, и она в наименьшей степени засорялась дикорастущими травами, на которые приходилось только 5,6% урожая. В благоприятных условиях обеспеченности элементами питания люцерна желтая лучше, чем лядвенец, реализовывала свой продуктивный потенциал.

В составе травосмесей более устойчивым оказался сорт фестулолиума Изумрудный, который является гибридом овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea* Schreb.) и райграса однолетнего (*Lolium multiflorum* Lam. var. *westervoldicum* Wittm.). На третий год жизни его участие в составе бобово-фестулолиумовых травостоев в среднем составило без регулятора роста 40,8% и при некорневом внесении Гибберсиб. П – 35%, в то время как на долю сорта ВИК 90 приходилось соответственно только 23,0% и 23,2%. В одновидовом посеве фестулолиума ВИК 90 на долю несеянных трав приходилось 38,2%, а при внесении регулятора роста их доля снизилась до 22,1%.

Регулятор роста способствовал повышению доли бобовых трав в составе бинарных травосмесей одновременно снижая засорённость дикорастущими травами.

Высота трав. Конкурентная способность трав в агрофитоценозах в значительной степени зависит от высоты растений. Низкорослые виды в смесях с верховыми травами страдают от затенения, сокращают свою долю в урожае и продуктивное долголетие. В тоже время в условиях многократного скашивания или стравливания, благодаря более высокой отавности, конкурентоспособность их возрастает.

В условиях опыта лядвенец рогатый практически во всех укосах формировал более низкие побеги по сравнению со злаковыми компонентами

травостоев. Так, на 3-й год жизни его линейный рост варьировался по укосам от 31,7 до 52,8 см, тогда как фестулолиума – от 33,5 до 76,8 см (таблица 1). Высокий уровень плодородия сильноокультуренной почвы обеспечивал достаточно хороший рост фестулолиума даже без внесения азотных удобрений. Высота люцерны желтой изменялась от 45,7 до 63,3 см, и она незначительно отличалась по высоте от злаковых компонентов травостоев.

Таблица 1 – Высота сеянных трав на 3-й год жизни на сильноокультуренной почве, см

Виды трав и травосмеси	Сеянные злаковые			Сеянные бобовые		
	1-й укос	2-й укос	3-й укос	1-й укос	2-й укос	3-й укос
Фестулолиум ВИК 90	34,2/34,7*	73,5/72,1	59,5/59,6	-	-	-
Фестулолиум Изумрудный	45,3/52,7	64,7/68,8	49,3/51,1	-	-	-
Фестулолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	33,5/38,8	74,4/76,8	55,8/57,2	31,7/32,5	52,8/50,1	34,1/35,3
Фестулолиум Изумрудный + лядвенец рогатый	52,0/54,3	54,2/55,9	58,3/59,6	34,0/34,5	52,6/51,5	32,2/34,3
Фестулолиум ВИК 90 + люцерна желтая	51,9/53,5	78,3/79,9	61,4/62,8	45,7/52,9	61,3/63,3	56,2/55,4
Фестулолиум Изумрудный + люцерна желтая	52,5/52,9	53,7/55,9	60,8/62,9	48,6/53,7	60,3/63,6	52,6/54,6
НСР ₀₅	4,1	4,8	3,1	3,8	4,3	2,7

*Примечание. Цифра в числителе – без регулятора роста, в знаменателе при применении Гиббересиб, П.

Высота трав к моменту скашивания зависела от условий теплового и водного режимов весной и междуукосные периоды. Люцерна в первом укосе превосходила по высоте лядвенец в среднем на 17,0 см, во втором – на 10,4 см и в третьем – на 20,7 см. При благоприятных условиях атмосферного увлажнения в период формирования второго укоса разница в росте между этими видами сокращалась, и при дефиците влаги в третьем укосе она была наибольшей.

Высокая засухоустойчивость люцерны желтой сорта Нижегородская способствует формированию трех полноценных укосов в различных метеорологических условиях. Регулятор роста не оказал закономерного влияния на высоту различных видов трав.

Урожайность травостоев. С первого года жизни проявилось преимущество люцернофестулолиумовых травосмесей над лядвенцефестулолиумовыми. На 2-ой год жизни их урожайность в среднем составила 7,68 т/га и на третий год возросла до 9,34 т/га сухого вещества (таблица 2). Применение регулятора роста способствовало увеличению урожайности соответственно до 8,18 и 9,97 т/га. Люцерна занимала в двухкомпонентных травосмесях более высокую долю, чем лядвенец рогатый, она формировалась более высокие побеги, что и обусловило более высокую продуктивность травосмесей с её участием. Люцернофестулолиумовые травостои превзошли по урожайности агрофитоценозы с лядвенцем без применения регулятора роста на 30,5% и при

использовании Гибберсиб, П – на 26,2%. Под действием регулятора роста бинарные травосмеси на основе лядвенца увеличили продуктивность на 8,4% и на основе люцерны – на 10,5%.

Таблица 2 - Урожайность бобово-фестулолиумных травостоев на сильноокультуренной почве, т/га сухой массы

Виды трав и травосмеси	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее за 3 года
Без регулятора роста				
1. Фестулолиум ВИК 90	1,62	4,25	4,44	3,44
2. Фестулолиум Изумрудный	0,66	4,22	5,06	3,31
3. Фестулолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	1,60	6,67	6,73	5,00
4. Фестулолиум Изумрудный + лядвенец рогатый	1,43	6,92	7,54	5,30
5. Фестулолиум ВИК 90 + люцерна желтая	2,76	7,53	9,1	6,46
6. Фестулолиум Изумрудный + люцерна желтая	3,51	7,84	9,58	6,98
При применении Гибберсиб, П				
1. Фестулолиум ВИК 90	1,46	4,68	5,35	3,83
2. Фестулолиум Изумрудный	0,54	4,05	6,2	3,60
3. Фестулолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	1,72	6,81	7,62	5,38
4. Фестулолиум Изумрудный + лядвенец рогатый	1,62	7,00	8,74	5,79
5. Фестулолиум ВИК 90 + люцерна желтая	2,62	8,03	9,77	6,81
6. Фестулолиум Изумрудный + люцерна желтая	3,38	8,32	10,17	7,29
НСР ₀₅ частных различий	0,15	0,58	0,52	0,25
НСР ₀₅ для регулятора роста	0,108	0,41	0,37	0,17
НСР ₀₅ для травосмесей	0,06	0,23	0,21	0,10

Одновидовые посевы фестулолиума уступали по продуктивности травосмеям в 1,5-2,1 раза. Фестулолиум ВИК 90 в среднем за 3 года сформировал без внесения регулятора роста урожайность 3,44 т/га, а при его применении – 3,83 т/га сухого вещества. Фестулолиум Изумрудный не отличался по продуктивности за этот период от фестулолиума ВИК 90, но следует отметить, что на третий год жизни проявились преимущества этого сорта, созданного на основе овсяницы тростниковой. Без регулятора роста он обеспечил прибавку урожая в 14% и при некорневом внесении Гибберсиб, П – 15,9%. При долголетнем использовании травостоев сорт Изумрудный несомненно будет иметь преимущества над сортом ВИК 90.

Из всех исследованных травосмесей наиболее перспективными для получения высоких и устойчивых урожаев является агрофитоценоз люцерны желтой сорта Нижегородская с фестулолиумом сорта Изумрудный.

В главе 4 «Формирование бобово-фестулолиумовых травостоев на слабоокультуренной дерново-подзолистой почве» представлены результаты исследований по изучению устойчивости и продуктивности люцерны желтой и

лядвенца рогатого в бинарных травосмесях с фестулолиумом и овсяницей луговой.

Ботанический состав травостоев. В условиях опыта отмечалось значительное засорение вновь формирующихся травостоев ежовником обыкновенным. Подкашивание этого сорного растения на высоком срезе снизило долю его участия в урожае, но количество дикорастущих трав в агрофитоценозе осталось еще существенным – 19,2-40,3%.

В составе одновидовых посевов злаковых трав доля сорных растений была выше. В бинарных травосмесях более высокое участие заняли люцерна и лядвенец рогатый – соответственно в контрольных вариантах 40,0-54,8 и 34,8-44,7 и в вариантах с внесением Гибберсиб, П – 44,3-55,9 и 36,6-43,4%. На второй год жизни участие сеянных трав в ботаническом составе травосмесей в 1-2-ом укосах при использовании регулятора роста возросло до 88,2-96,1% (рисунок 2). В третьем укосе из-за дефицита атмосферных осадков интенсивность побегообразования у сеянных трав снизилась, поэтому их доля уменьшилась до 81,4-84,9%, причем лядвенец рогатый проявил большую устойчивость к дефициту влаги. Его участие в травостоях составило 45,4-62,7%, в то время как люцерны – только 42,4-55,2%.

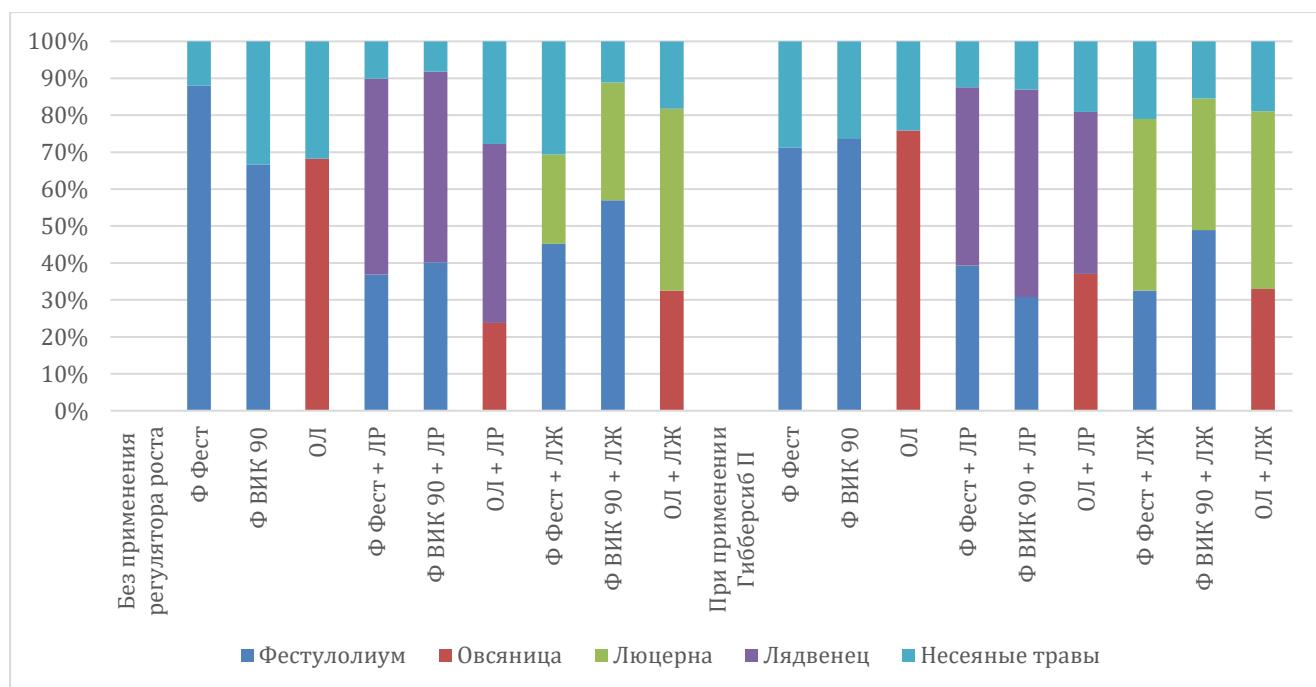


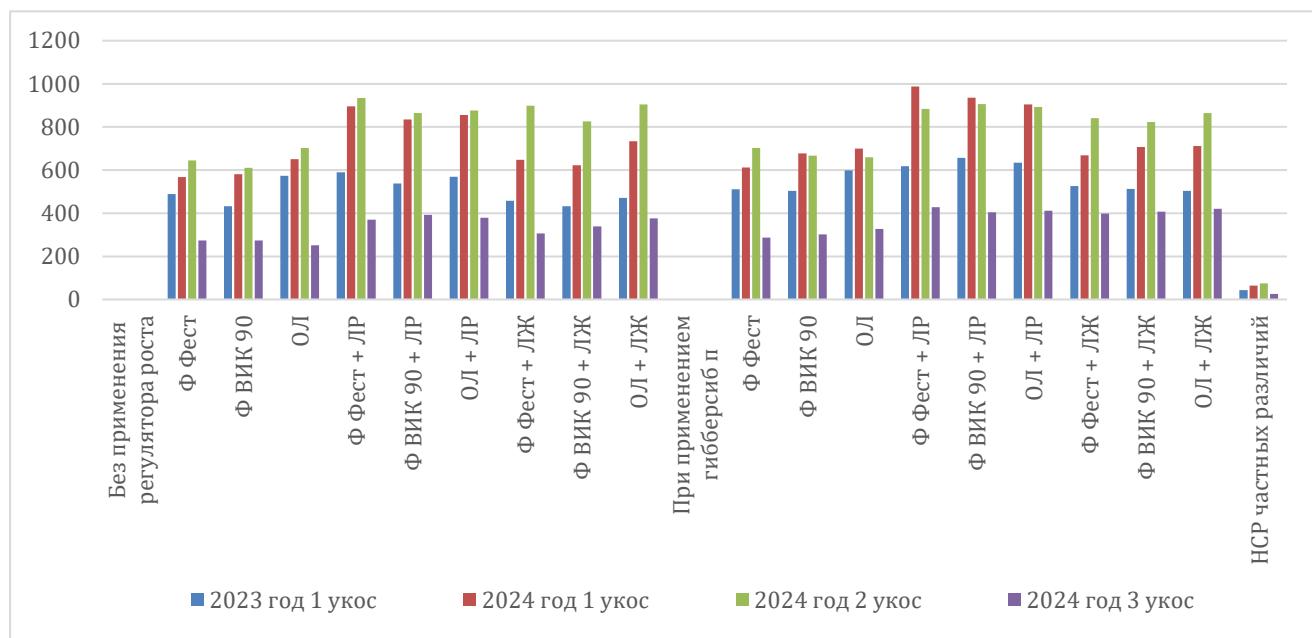
Рисунок 2 – Ботанический состав травостоев на слабоокультуренной почве в 2024 году, %

В среднем за 3 укоса регулятор роста не оказал значительного влияния на участие лядвенца рогатого в ботаническом составе травостоев и способствовал повышению доли люцерны с 35,1 до 43,4%.

Плотность травостоев. В год посева плотность травостоев варьировалась от 432 до 656 побегов на 1 м². В среднем по всем вариантам опыта внесение регулятора роста способствовало увеличению интенсивности побегообразования

на 8%, причем травостои с лядвенцем рогатым формировали более густые агрофитоценозы.

На следующий год максимальная густота зафиксирована в 1-ом укосе – до 988 побегов на 1 м². Во 2-ом укосе она снизилась у лядвенце-злаковых травостоев и несколько увеличилась у люцерно-злаковых. Дефицит почвенной влаги в июле-августе, когда формировался третий укос, резко снизил кущение злаков и побегообразование бобовых трав, что привело к уменьшению плотности травостоев в среднем в 1,8-2,0 раза до 252-428 побегов на 1 м². В неблагоприятных погодных условиях Гибберсиб, П способствовал увеличению густоты агрофитоценозов на 14,2%, причем между травостоями с участием лядвенца и люцерны не выявлено значительных различий, а в контрольных вариантах по-прежнему преимущество имели лядвенце-злаковые агрофитоценозы. Одновидовые посевы злаковых трав уступали по количеству побегов на единице площади большинству травосмесей (рисунок 3).



Примечание. Ф – фестулолиум, ОЛ – овсяница луговая, ЛР – лядвенец рогатый, ЛЖ – люцерна желтая

Рисунок 3 - Плотность бобово-злаковых травостоев на слабоокультуренной почве, шт. побегов на 1 м²

Высота трав. В год посева злаковые травы формировали только вегетативные укороченные побеги, высота которых не превышала 32,9-43,6 см. При внесении регулятора роста в среднем по всем вариантам она увеличивалась на 7,2%. Линейный рост побегов люцерны и лядвенца был невысоким, и варьировался от 33,3 до 41,9 см, причем у люцерны они были выше на 11,6%.

На второй год жизни высота фестулолиума в одновидовых посевах составляла в первом укосе 65,8-67,5 см, а в смесях со злаками – 71,1-77,1 см.

У овсяницы луговой побеги были ниже – 70,3-73,6 см. В последующих укосах злаковые травы формировали только вегетативные побеги, высота которых не превышала 40,0-55,4 см. Лядвенец рогатый и люцерна серповидная

достигали наибольшей высоты в первом укосе – соответственно 50,2-57,4 см и 53,6-59,8 см. В момент проведения 1, 2 и 3-его укосов внесение регулятора роста способствовало увеличение линейного роста бобовых трав на 4,3-6,9%. Злаковые и бобовые компоненты травосмесей не сильно различались по высоте, поэтому конкуренция за свет между видами трав не оказывала существенного влияния на их соотношение в агрофитоценозах. Как овсяница луговая, так фестулолиумы овсяницевого типа являются комплементарными компонентами травосмесей с лядвенцем рогатым и люцерной серповидной.

Облиственность. Листья растений играют ключевую роль не только как основной орган фотосинтеза, но и как важный компонент урожая, обеспечивающий получение высококачественных кормов.

Без применения регулятора роста облиственность бобовых трав сохранялась на высоком уровне во всех трёх укосах. Наиболее высокие значения отмечены в смеси фестулолиума Фест с люцерной жёлтой, где облиственность бобовых варьировалась от 58 до 65 %. В других травосмесях с люцерной облиственность изменялась от 51 до 61 %. Лядвенец рогатый также характеризовался высокой облиственностью – от 45 до 57%. При некорневом внесении регулятора роста у лядвена рогатого облиственность снизилась до 33-53%, а у люцерны желтой – до 46-53% в 1 и 2-ом укосах, а в 3-м укосе она возросла до 61-66%.

Урожайность травостоев. В условиях опыта главным фактором, ограничивающим рост и развитие растений, являлась повышенная кислотность почвы, а в год посева недостаток влаги. Особенно чувствительны к дефициту почвенной влаги всходы трав. Непосредственно после посева трав 11 мая и включительно по вторую декаду июня выпало только 40,9 мм атмосферных осадков, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений. В год залужения урожайность бобово-злаковых травостоев варьировалась от 1,81 до 2,29 т/га сухой массы, а продуктивность злаковых трав не превышала 1,06-1,59 т/га (таблица 3). На второй год урожайность травосмесей возросла до 4,95-6,08 т/га.

В среднем за два года при внесении регулятора роста травосмеси с лядвенцем обеспечили получение 3,79-3,99 т/га сухого вещества и с люцерной – 3,63-4,09 т/га. Некорневое внесение регулятора роста Гибберсиб, П способствовало повышению урожайности лядвенцефестулолиумовых травостоев на 10,2% и люцернофестулолиумовых – на 6,3%. Несмотря на повышенную кислотность почвы, бобово-злаковые травосмеси превзошли по урожайности одновидовые посевы злаковых трав в 1,8 раза, а среди злаков более продуктивной была овсяница луговая.

Для долголетнего использования в неблагоприятных эдафических условиях предпочтение следует отдать лядвенцефестулолиумовым травостоям. Бобовый компонент этих травостоев – лядвенец рогатый не только более устойчив к повышенной кислотности почвы, но и является одним из немногих видов бобовых трав, не вызывающих тимпанию у жвачных животных. При поедании животными кормов из лядвена уменьшается выделение метана и аммиака, оказывающих

высокий тепловой эффект на атмосферу. Из злаковых трав наиболее предпочтительным для включения в бинарную травосмесь с лядвенцем является фестуолиум Фест, который создан на основе овсяницы тростниковой, устойчивой как к временному избытку, так и к недостатку влаги.

Таблица 3 – Урожайность бобово-злаковых травостоев на слабоокультуренной почве, т/га сухого вещества

Виды трав и травосмеси	Без применения регулятора роста			Гибберсиб, П		
	2023 г.	2024 г.	Среднее за 2 года	2023 г.	2024 г.	Среднее за 2 года
1. Фестуолиум Фест	1,26	2,58	1,92	1,15	2,86	2,01
2. Фестуолиум ВИК 90	1,06	2,50	1,78	0,99	2,92	1,96
3. Овсяница луговая	1,44	2,91	2,18	1,59	3,22	2,41
4. Фестуолиум Фест + лядвенец рогатый	1,99	5,42	3,71	2,01	5,86	3,94
5. Фестуолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	1,90	4,95	3,43	2,26	5,72	3,99
6. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	2,02	4,96	3,49	2,09	5,48	3,79
7. Фестуолиум Фест + люцерна желтая	2,10	5,26	3,68	2,29	5,31	3,80
8. Фестуолиум ВИК 90 + люцерна желтая	1,81	4,70	3,26	2,12	5,13	3,63
9. Овсяница луговая + люцерна желтая	1,88	5,92	3,90	2,10	6,08	4,09
НСР ₀₅ частных различий	0,2	0,24	0,18	0,2	0,24	0,18
НСР ₀₅ для регулятора роста	0,13	0,17	0,13	0,13	0,17	0,13
НСР ₀₅ для травосмесей	0,06	0,1	0,06	0,06	0,1	0,06

При многоукосном использовании травостоев очень важно, чтобы урожай равномерно поступал по укосам, это возможно при достатке влаги в периоды формирования каждого укоса. Из-за дефицита атмосферных осадков в третьем укосе получено в 3,3 раза меньше кормов, чем в первом укосе, хотя межукосный период до скашивания трав являлся наибольшим.

Глава 5 «Химический состав зеленой массы трав на почвах разного уровня плодородия» посвящена сравнительному анализу качественного состава кормов, получаемых из бобово-злаковых травосмесей на почвах разного уровня плодородия.

Химический состав трав на сильноокультуренной почве. Химический состав трав в наибольшей степени зависит от ботанического состава травостоев и фазы вегетации, в которую используют растения на кормовые цели. Наиболее важным компонентом травяных кормов является сырой протеин, которого часто не хватает в рационах животных. Бобово-злаковые травосмеси в условиях интенсивного трехкратного скашивания содержали в сухом веществе в среднем за 2 года от 12,56 до 16,61% сырого протеина, причем при применении регулятора

роста его концентрация повышалась на 0,91-2,25 абс.% (таблица 4). Более высокая доля бобового компонента в составе люцернофестулолиумовых травостоев обусловила более высокую обеспеченность зеленого корма протеином по сравнению с лядвенцефестулолиумовыми агрофитоценозами. В одновидовых посевах фестулолиума, несмотря на ранние фазы использования трав, содержание протеина не превышало 9,49-12,48%. Фестулолиум Изумрудный характеризуется более высокой облиственностью, поэтому он был лучше обеспечен сырым протеином, чем фестулолиум ВИК 90.

В сеяных бобово-злаковых травосмесях, используемых в качестве зеленого корма, желательно, чтобы содержалось не более 27% сырой клетчатки, а в люцерне не более 30%. В условиях опыта в одновидовых посевах и травосмесях содержание клетчатки варьировалось в пределах от 27,36 до 29,75%, и они существенно не различались по этому показателю.

Таблица 4 - Химический состав трав на сильноокультуренной почве в 2023-2024 гг., в %

Вариант	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Ca	P
Без регулятора роста					
Фестулолиум ВИК 90	9,49	28,83	2,11	0,71	0,30
Фестулолиум Изумрудный	10,27	27,83	2,31	0,67	0,34
Фестулолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	12,56	27,68	2,55	0,91	0,31
Фестулолиум Изумрудный + лядвенец рогатый	13,24	28,03	2,66	0,86	0,36
Фестулолиум ВИК 90 + люцерна желтая	14,81	29,75	2,61	1,05	0,37
Фестулолиум Изумрудный + люцерна желтая	15,35	28,95	2,61	1,12	0,39
При использовании Гиббересиб, П					
Фестулолиум ВИК 90	11,05	27,91	2,24	0,78	0,32
Фестулолиум Изумрудный	12,48	27,36	2,47	0,69	0,34
Фестулолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	13,47	28,37	2,52	0,78	0,32
Фестулолиум Изумрудный + лядвенец рогатый	15,49	28,27	2,59	0,92	0,35
Фестулолиум ВИК 90 + люцерна желтая	16,70	28,55	2,63	1,08	0,38
Фестулолиум Изумрудный + люцерна желтая	16,61	29,61	2,43	1,07	0,37
HCP ₀₅	2,16	2,42	0,62	0,24	0,06

В бобово-злаковых травосмесях в среднем содержалось 2,58% сырого жира, что на 0,3 абс. % больше, чем в фестулолиуме.

Бобово-злаковые травосмеси полностью удовлетворяли зоотехнические потребности животных в кальции и фосфоре. Их содержание в сухом веществе трав составляло соответственно 0,78-1,12% и 0,31-0,38%. Травосмеси с люцерной накапливали больше кальция, поскольку её больше содержалось в составе бобово-злаковых травосмесей, чем лядвенца рогатого. Хорошая обеспеченность зеленого корма фосфором обусловлена высоким содержанием этого элемента в почве.

Химический состав трав на слабоокультуренной почве. При неблагоприятных почвенных условиях зеленые корма характеризовались более низким содержанием сырого протеина и повышенной концентрацией сырой клетчатки по сравнению с кормами, получаемыми на сильноокультуренной почве (таблица 5). Содержание сырого протеина в лядвенце-бобовых травосмесях варьировалось с 13,62 до 14,71% и в люцерно-злаковых – от 11,43 до 13,24%.

Таблица 5 - Химический состав трав на слабоокультуренной почве в 2024 г., в %

Вариант	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Ca	P
Без регулятора роста					
Фестулолиум Фест	9,16	30,05	1,73	0,77	0,33
Фестулолиум ВИК 90	8,29	30,86	1,57	0,94	0,26
Овсяница луговая	9,90	30,78	1,88	0,92	0,31
Фестулолиум Фест + лядвенец рогатый	14,31	30,37	2,42	1,02	0,38
Фестулолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	13,89	29,47	2,37	1,21	0,32
Овсяница луговая + лядвенец рогатый	13,62	32,84	1,73	0,97	0,31
Фестулолиум Фест + люцерна желтая	11,43	30,24	1,85	1,00	0,30
Фестулолиум ВИК 90 + люцерна желтая	11,69	29,42	2,19	1,03	0,31
Овсяница луговая + люцерна желтая	12,87	30,46	2,08	1,22	0,32
При использовании Гиббересиб, П					
Фестулолиум Фест	9,99	30,02	1,84	0,86	0,29
Фестулолиум ВИК 90	9,75	30,47	1,88	0,93	0,30
Овсяница луговая	11,04	30,02	2,30	1,15	0,31
Фестулолиум Фест + лядвенец рогатый	14,71	30,54	2,39	0,87	0,34
Фестулолиум ВИК 90 + лядвенец рогатый	14,41	30,04	2,42	1,06	0,34
Овсяница луговая + лядвенец рогатый	14,70	29,48	2,46	1,18	0,32
Фестулолиум Фест + люцерна желтая	12,15	30,57	2,09	0,90	0,31
Фестулолиум ВИК 90 + люцерна желтая	12,61	30,99	1,95	1,00	0,33
Овсяница луговая + люцерна желтая	13,24	31,55	2,25	1,03	0,35
HCP _{os}	1,29	2,49	0,22	0,11	0,03

На кислой почве для люцерны складывались менее благоприятные условия для накопления протеина, чем для лядвенца, поэтому травосмеси с лядвенцем рогатым имели лучшую обеспеченность протеином, как в контрольных вариантах, так и при внесении регулятора роста Гибберсиб, П.

Злаковые травы, несмотря на интенсивный трехукосный режим скашивания, характеризовались низким содержанием сырого протеина в пределах от 8,29 до 11,94%. Они также уступали бобово-злаковым травосмесям по содержанию сырого жира, кальция и фосфора. Бобово-злаковые травосмеси полностью удовлетворяли потребности жвачных животных в этих компонентах зеленого корма.

Содержание сырой клетчатки в различных травах и травосмесях составляло 29,42-31,55%, что несколько превышало уровень, предъявляемый к зеленым кормам.

Накопление азота в урожае бобово-злаковых травостоев на почвах разного уровня плодородия. Бобовые травы играют важную роль в обеспечении животных протеином и в обогащении почвы биологическим азотом. На сильноокультуренной почве бобовые травы в составе травосмесей характеризовались высоким уровнем бобово-ризобиального симбиоза, обеспечивая накопление в урожае на 2-3-й год жизни от 87 до 155,8 кг/га азота в год (рисунок 4). Травосмеси с люцерной желтой характеризовались более высокой азотфиксацией способностью, чем лядвенцефестулолиумовые агрофитоценозы. Они аккумулировали в надземной массе 127,9-155,8 кг/га азота в год, в то время как травосмеси с лядвенцем рогатым только 58,4-94,2 кг/га. Применение регулятора роста способствовало увеличению содержания симбиотического азота в надземной массе лядвенце-злаковых травосмесей на 9,0% и в люцерно-злаковых – на 11,5%.

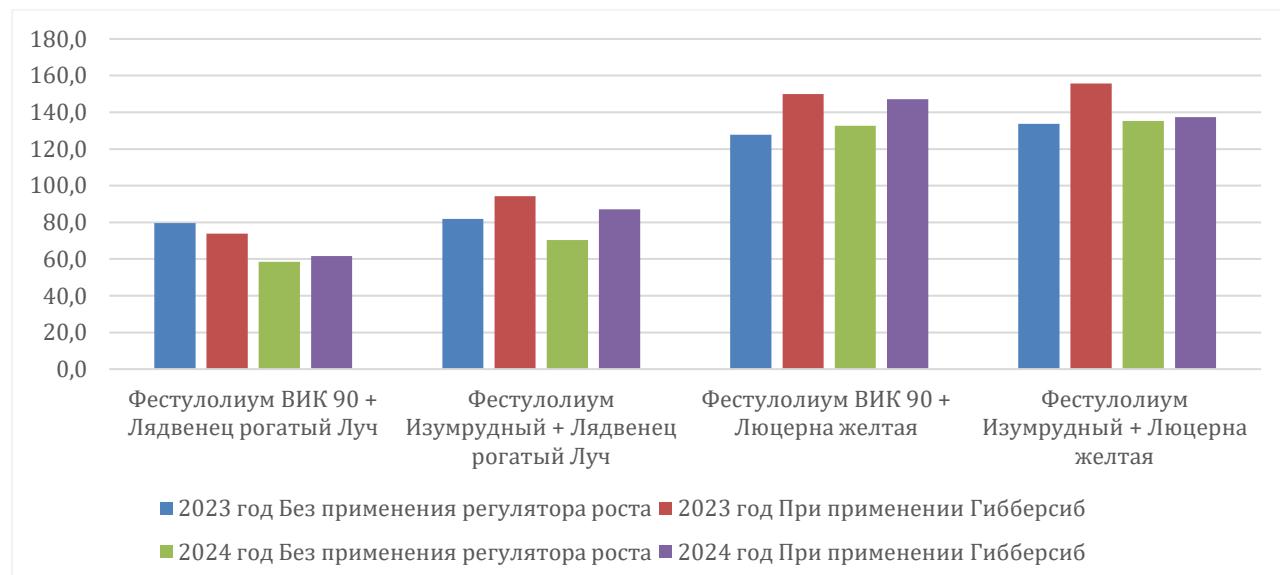


Рисунок 4 – Количество фиксированного азота в урожае трав на сильноокультуренной почве, кг/га

В опыте 2 на слабоокультуренной почве преимущество в накоплении фиксированного азота имели травосмеси с лядвенцем рогатым. В среднем на

второй год жизни в урожае надземной массы лядвенцефестулолиумовых смесей накапливалось 79,2 кг/га азота, в то время как в травосмесях с люцерной на 26,4% меньше (рисунок 5). Действие регулятора роста проявилось только на травостоях с лядвенцем рогатым, где потребление симбиотического азота возросло на 11,2% по сравнению с контрольными вариантами. На кислой почве люцерно-злаковые травостои уступили по интенсивности азотфиксации лядвенце-злаковым без применения регулятора на 19,2% и при его внесении – на 33,8%. Это свидетельствует о большей устойчивости лядвенца рогатого к неблагоприятным почвенным условиям.

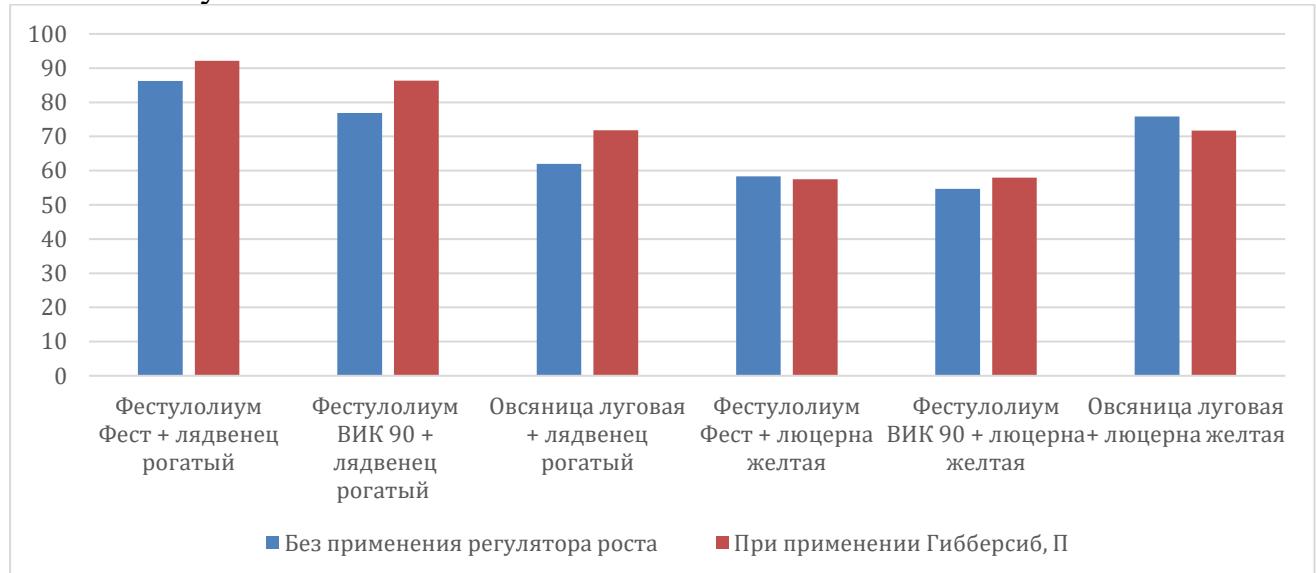


Рисунок 5 – Количество фиксированного азота в урожае трав на слабоокультуренной почве в 2024 году, кг/га

Глава 6 «Агрономическая и экономическая эффективность возделывания бобово-злаковых травостоев на почвах разного уровня плодородия» посвящена оценке возделывания различных травосмесей по энергетическим и экономическим показателям.

Агрономическая оценка показала, что на сильноокультуренной дерново-подзолистой почве наилучшая окупаемость совокупных энергетических затрат достигалась при возделывании люцерно-злаковых травостоев. Наивысший агрономический коэффициент (АК) – 5,2 ед. достигался при выращивании люцерны желтой в смеси с фестулолиумом сорта Изумрудный при некорневом применении регулятора роста Гибберелин, П. На слабоокультуренной почве преимущество по окупаемости совокупных затрат имели травосмеси на основе лядвенца при АК 2,9-3,1 ед.

Экономическая оценка выявила, что бобово-злаковые травосмеси обеспечивают получение дешевых кормов с себестоимостью 1,64-2,16 руб. за одну энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) на сильноокультуренной почве и 1,99-2,89 руб. – на слабоокультуренной. Внесение регулятора роста увеличивало производственные затраты и сопровождалось снижением уровня рентабельности производства зеленых кормов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Фестулолиумо-люцерновые травостои на сильноокультуренной дерново-подзолистой почве в среднем за 3 года обеспечивают получение 6,5-7,3 т/га сухого вещества и превосходят по урожайности фестулолиумо-лядвенцевые травостои на 12,6-13,2%.
2. На слабоокультуренной почве в среднем за два года жизни урожайность злаково-бобовых травостоев при применении регулятора роста составляет 3,6-4,1 т/га сухого вещества при этом среди травосмесей на основе лядвенца преимущество имели агрофитоценозы с фестулолиумом, а на основе люцерны – с овсяницей луговой.
3. Некорневое внесение регулятора роста Гибберсив, П способствовало повышению урожайности фестулолиумо-лядвенцевых травостоев на 8,5% и фестулолиумо-люцерновых – на 4,9% на сильноокультуренной и соответственно на 10,2 и 6,3% – на слабоокультуренной почве.
4. На сильноокультуренной почве люцерна желтая является преобладающим компонентом травостоев, занимая в ботаническом составе от 60,5% до 77,9%, а доля лядвенца была меньше, от 44,3% до 57%. На слабоокультуренной почве в двухкомпонентных травостоях бобовые компоненты в большинстве вариантов преобладали над злаками. Доля люцерны в среднем по годам составляла от 22,1% до 52,1%, а лядвенца от 27,6% до 50,0%.
5. Одновидовые травостои фестулолиума обеспечивали получение на сильно- и слабоокультуренной почвах соответственно 3,83 и 2,01 т/га сухого вещества, что в 1,9 - 2 раза меньше, чем давали бобово-злаковые травостои.
6. Люцерно-злаковые травостои на сильноокультуренной почве обеспечивали получение кормов с высоким содержанием в сухом веществе сырого протеина (13,24-16,70%), кальция (0,78-1,12%) и фосфора (0,31-0,39%). Некорневое внесение регулятора роста повышало количество сырого протеина в зеленых кормах. На слабоокультуренной почве бобово-злаковые травосмеси характеризовались меньшим содержанием сырого протеина (11,43 -14,71%) и фосфора (0,3-0,38%).
7. Бобово-злаковые травостои характеризуются высокой степенью бобово-ризобиального симбиоза обеспечивая накопление в урожае на сильноокультуренной почве 81,9-155,8 кг/га фиксированного азота в год и на слабоокультуренной почве – 54,7-92,2 кг/га.
8. Возделывание фестулолимо-бобовых травостоев обеспечивало высокую энергетическую окупаемость затрат совокупной энергии выходом обменной энергии. Агрогенетический эффект составил 4-5,2 ед. на почве с благоприятными агрохимическими показателями и 2,7-3,1 ед. на слабоокультуренной почве. Бобово-злаковые травосмеси обеспечивали получение дешевых кормов с себестоимостью 1 ЭКЕ – 1,64-2,89 руб.

Рекомендации производству

Для формирования на дерново-подзолистых почвах устойчивых бобово-злаковых агрофитоценозов с урожайностью от 5,7 до 10,2 т/га сухого вещества необходимо:

- На сильноокультуренной дерново-подзолистой почве возделывать травосмесь из люцерны желтой сорта Нижегородская (12 кг/га) с фестуолимом сорта Изумрудный (9 кг/га).
- На слабоокультуренной дерново-подзолистой почве использовать травосмесь из лядвенца рогатого сорта Луч (8 кг/га) с фестуолиумом Фест (9 кг/га) при некорневом внесении регулятора роста Гибберсив, П (30 г/га, расход рабочего раствора 300 л/га), обеспечивающего повышение урожайности на 10,5%.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

- Лазарев, Н.Н. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) в органическом пастбищном хозяйстве / Н.Н. Лазарев, Е.М. Куренкова, О.В. Кухаренкова, А.А. Климов, С.А. Дикарева, А.Ю. Бойцова // Кормопроизводство. – 2023. – № 1. – С. 3–11.
- Лазарев, Н.Н. Эспарцет (*Onobrychis* Adans.): выгодная культура в органическом лугопастбищном хозяйстве (обзор) / Н.Н. Лазарев, А.В. Шитикова, Е.М. Куренкова, О.В. Кухаренкова, С.А. Дикарева, А.А. Климов и др. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 76–94.
- Дикарева, С.А. Урожайность люцерны серповидной в одновидовых посевах и травосмесях с фестуолиумом при применении регуляторов роста / С.А. Дикарева, А.А. Климов, Е.М. Куренкова, Н.Н. Лазарев // Плодородие. – 2024. – № 6 (141). – С. 72–76.
- Лазарев, Н.Н. Формирование люцерно- и лядвенце-злаковых травостоев на кислых дерново-подзолистых почвах [Электронный ресурс] / Н.Н. Лазарев, Е.М. Куренкова, А.А. Климов // АгроЭкоИнфо: электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_611.pdf.–DOI: <https://doi.org/10.51419/202146611>(дата обращения: 14.10.2025).

Публикации в журналах, сборниках научных трудов и материалах

конференций:

- Климов, А.А. Фестуолиум – перспективная кормовая культура / А.А. Климов, Е.М. Куренкова, Н.Н. Лазарев // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова. – Москва, 2022. – С. 190–194.
- Климов, А.А. Продуктивность лядвенца рогатого в различных агроэкологических условиях / А.А. Климов, Н.Н. Лазарев // Аграрная наука – 2022: сборник материалов конференции. – Москва, 2022. – С. 1638–1641.