

На правах рукописи

ТЯЖКОРОБ АНДРЕЙ РОМАНОВИЧ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ БИНАРНЫХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ
С ЛЯДВЕНЦЕМ РОГАТЫМ И КЛЕВЕРОМ ПОЛЗУЧИМ ПРИ ТРЁХ- И
ЧЕТЫРЁХКРАТНОМ 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 – 2026

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 им. 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 «Смоленская государственная
сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО
Смоленская ГСХА)

Защита диссертации состоится «10» сентября 2026 г. в 16:00 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.: 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 «___»_____2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

И.И. Серегина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В условиях изменяющегося климата отрасль растениеводства Центрального района Нечерноземной зоны должна обеспечить укрепление кормовой базы региона. Основой рациона жвачных животных служат корма, полученные из зеленой массы многолетних трав. Таким образом, подбор видов трав для высокопродуктивных травостоев, а также определение рациональных режимов их использования имеет большое значение в деле повышения эффективности лугопастбищного хозяйства. Для получения высоких урожаев, а также снижения затрат на внесение минеральных удобрений необходимо увеличить долю бобово-злаковых травостоев до 70-80% (Золотарев В.Н., 2020). В Европе, Китае и Новой Зеландии все большее внимание ученых привлекает пастбищный тип содержания животных, способствующий повышению благополучия дойных коров, улучшению состояния здоровья и продлению их продуктивного долголетия. Во многих странах мира основным бобовым компонентом пастбищ является клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), однако он характеризуется невысокой засухоустойчивостью. Перспективным бобовым компонентом бобово-злаковых пастбищных травостоев является лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.). Ценность данной культуры определяется ее продуктивным долголетием, которое составляет до 10-12 лет, способностью к эффективной симбиотической азотфиксации (до 140 кг/га биологического азота в надземной массе). Особого внимания заслуживает его высокая экологическая пластичность, проявляющаяся в высокой засухоустойчивости, способности выдерживать затопление и произрастать на бедных почвах. В лядвенце рогатом содержатся конденсированные танины, препятствующие развитию тимпании у жвачных животных.

Создание высокопродуктивных бобово-злаковых травостоев на основе лядвенца рогатого позволит получать пастбищный корм высокого качества в условиях неравномерного распределения атмосферных осадков, что становится нормой в Центральном районе Нечерноземной зоны в последние годы.

Степень научной разработанности проблемы. В России и в мире проведено большое количество исследований по оценке продуктивности укосных и пастбищных травостоев, состоящих из наиболее распространенных видов бобовых и злаковых трав (Андреев Н.Г., 1987; Прудников А.Д. и др., 2014; Благовещенский Г.В. и др., 2019; Иванова Н.Н. и др., 2020; Кутузова А.А. и др., 2020; Донских Н.А. и др., 2020; Тебердиев Д.М. и др., 2021; Образцов В.Н. и др., 2022). Обоснованы основные принципы организации системы минерального питания многолетних трав (Тюлин В.А., Сутягин В.П., 2016; Фигурин В.А., Кислицына А.П., 2022; Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е., 2021; Привалова К.Н., 2023; Roupheal из Новой Зеландии (Caradus J.R. et al., 2023), Китая (Hu L. et al., 2021; Luo F. et al., 2023), Ирландии (Charman D.F., 2017) посвящены преимуществам пастбищного способа содержания жвачных животных.

В условиях Центрального района Нечерноземной зоны лугопастбищное хозяйство должно стать основой прочной кормовой базы молочного и мясного животноводства.

Цель исследования – научное обоснование агротехнологических приемов создания и использования бобово-злаковых травостоев пастбищного типа на слабоокультуренной сильнокислой дерново-подзолистой почве в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России.

Задачи исследований:

- изучить влияние кратности скашивания и видового состава травосмесей на ботанический состав, высоту отдельных компонентов, плотность травостоев и продуктивность многолетних агрофитоценозов;
 - оценить химический состав и питательность зеленых кормов, получаемых с одновидовых посевов злаковых трав и бинарных бобово-злаковых травосмесей;
 - определить показатели биологической фиксации азота в надземной массе бобово-злаковых травостоев и эффективность усвоения азота минеральных удобрений злаковыми компонентами (фестулолиумом, райграсом пастбищным и овсяницей луговой);
 - оценить развитие корневой системы многолетних трав и динамику накопления в ней общего азота на слабоокультуренной дерново-подзолистой почве;
- провести агроэнергетическую и экономическую оценку эффективности возделывания различных видов злаковых трав и бинарных бобово-злаковых травосмесей при трех- и четырехкратном использовании.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые в условиях Центрального района Нечерноземной зоны на сильнокислой дерново-подзолистой почве научно обоснованы эффективные приемы создания устойчивых пастбищных агрофитоценозов с урожайностью сухого вещества на уровне 6,7-8,5 т/га. Определена роль лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) как основного компонента бинарных бобово-злаковых травостоев, обеспечивающих накопление 147,3–165,0 ГДж/га обменной энергии в урожае за трёхлетний период. Установлено, что при трехкратном режиме использования лядвенце-злаковые травостои обеспечивают равномерное поступление зеленых кормов с высоким содержанием сырого протеина и низкой себестоимостью.

Теоретическая и практическая значимость заключается в разработке закономерностей формирования устойчивых бобово-злаковых травостоев с клевером ползучим и лядвенцем рогатым в зависимости от режимов использования и состава травосмесей. На слабоокультуренной дерново-подзолистой почве двухкомпонентные лядвенце-злаковые травостои превосходили травосмеси на основе клевера ползучего по урожайности, накоплению корневой массы и азотфиксирующей способности. В среднем за 2-3-й годы жизни лядвенце-фестулолиумовая травосмесь обеспечивала получение при трехкратном использовании 8,02 т/га сухого вещества и четырехкратном – 6,96 т/га. Благодаря повышенной устойчивости лядвенца рогатого к неблагоприятным эдафическим условиям травосмеси на его основе ежегодно фиксировали в надземной массе 103,5-157,2 кг симбиотического азота. Лядвенце-

злаковые травостой обеспечивали получение самых дешевых кормов с себестоимостью 1 ЭКЕ 2,01-2,09 руб.

Возделывание бобово-злаковых травосмесей оказалось более выгодным, чем одновидовых посевов злаковых трав, удобряемых азотом в дозе N_{120} , поскольку их урожайность была на 12,3% выше, а себестоимость получаемого корма ниже в 1,7 раза.

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

Основные положения, выносимые на защиту:

научно-практические приемы управления продуктивностью двухкомпонентных лядвенце- и клеверо-злаковых травостоев на сильноокислой дерново-подзолистой почве;

- закономерности формирования высокопродуктивных агрофитоценозов и их структурных компонентов в зависимости от кратности использования и видового состава травосмесей;

- на слабоокультуренной дерново-подзолистой почве бинарные травосмеси лядвенца рогатого со злаками превосходят агрофитоценозы с клевером ползучим по урожайности, корневой массе и накоплению симбиотического азота в урожае;

- одновидовые посевы злаков менее устойчивы к внедрению дикорастущих видов трав и уступают бобово-злаковым травосмесям по питательной ценности;

- обоснование экономической и агроэнергетической эффективности возделывания одновидовых и смешанных травостоев с участием клевера ползучего и лядвенца рогатого.

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

Апробация результатов. Основные положения диссертации доложены, обсуждены и одобрены на конференциях: Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием X Вильямсовские чтения к 160-летию Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025 г.); X Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, посвященной 90-летию Новосибирского ГАУ «Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий» (Новосибирск, Новосибирский ГАУ, 2025 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 165-летию со дня рождения В.А. Михельсона «Адаптация сельского хозяйства к изменениям климата» (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025 г.); Международной научной конференции «Генетические ресурсы растений и современные методы селекции» (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

2025 г.); XII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий» (Луганск, Луганский ГАУ имени К.Е. Ворошилова, 2026 г.).

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

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 192 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 28 таблиц, 12 рисунков, заключения, библиографического списка (включает 252 наименования, в том числе 140 на иностранном языке) и 25 приложений.

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 исследований, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Научное обоснование актуальности создания высокопродуктивных пастбищ» проведен анализ отечественной и зарубежной литературы по продуктивности, питательности, устойчивости и долголетию различных видов бобовых и злаковых трав в условиях пастбищного использования. Обобщены литературные данные по актуальности развития лугопастбищного хозяйства. На основании анализа литературы сформулирована актуальность темы исследований.

Во второй главе «Условия и методика проведения исследований» приведена программа и методы исследований, характеристика условий проведения полевых экспериментов.

Исследования проводили в 2023–2025 гг. на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в двухфакторном полевом опыте. Фактор А – режим использования травостоев (трёх- и четырёхукосный); Фактор В – видовой состав агрофитоценозов:

1. Фестулолиум (*Festulolium* F. Asch. et Graebn) сорт ВИК 90;
2. Райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.) сорт ВИК 66;
3. Овсяница луговая (*Festuca pratensis* L.) сорт Свердловская 37;
4. Фестулолиум с внесением азотных удобрений в дозе N_{120} ;
5. Райграс пастбищный с внесением азотных удобрений в дозе N_{120} ;
6. Овсяница луговая с внесением азотных удобрений в дозе N_{120} ;
7. Фестулолиум + клевер ползучий сорт ВИК 70;
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий сорт ВИК 70;
9. Овсяница луговая + клевер ползучий сорт ВИК 70;
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый сорт Солнышко;
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый сорт Солнышко;
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый сорт Солнышко.

Для имитации пастбищного использования травостой скашивали по три и четыре раза за сезон.

Посев многолетних трав выполнялся беспокровно 13 мая 2023 года, разбросным методом с последующими боронованием и прикатыванием в оптимальные сроки для данного региона. Нормы высева злаковых трав в монокультуре составляли: фестулолиум - 16 кг/га, райграс пастбищный - 14 кг/га, овсяница луговая - 16 кг/га всхожих семян. В бобово-злаковых травосмесях нормы высева злаков снижали в 2 раза: фестулолиум - 8 кг/га, райграс пастбищный - 7 кг/га, овсяница луговая - 8 кг/га. Нормы высева бобовых компонентов: лядвенец рогатый - 9 кг/га, клевер ползучий - 7 кг/га всхожих семян. В год посева на вариантах с трехукосным использованием провели один укос, с четырехукосным - два. Высота скашивания – 6–7 см. Система обработки почвы под посев включала: основную обработку - зяблевую вспашку на глубину 20–22 см; предпосевную культивацию - фрезерование в два следа на глубину 7 см и 4 см.

Площадь опытной делянки в опыте составляла 12,6 м², учетная площадь – 10 м². Повторность опыта четырехкратная, варианты размещены методом рандомизированных повторений.

Почва опытного участка - дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя (0–20 см): содержание гумуса - 2,1%, подвижного фосфора (P₂O₅) - 320 мг/кг, обменного калия (K₂O) - 54 мг/кг, молибдена - 0,12 мг/кг; степень насыщенности основаниями - 40,4%, рН_{KCl} - 4,35. По агрохимическим характеристикам почва классифицируется как слабоокультуренная, сильноокислая. В качестве удобрений ежегодно в сентябре вносили калий хлористый в дозе K₁₂₀. Азотные удобрения (аммиачная селитра) применяли дробно, равными дозами: по 40 кг/га д.в. азота при трехукосном использовании и по 30 кг/га д.в. — при четырехукосном. Грунтовые воды не были обнаружены на глубине 3 м.

Наблюдения, измерения и учеты в полевом опыте выполняли в соответствии с общепринятыми методиками, изложенными в «Методических указаниях по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (ВНИИ кормов, 1997); Методикой агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами (Лукомец В.М. и др., 2022). Определение агрохимических показателей почвы проводили: P₂O₅ и K₂O – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011); рН_{KCl} (ГОСТ 26483–85); содержание гумуса – по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91), определение подвижных соединений молибдена по методу Григга (ГОСТ Р 50689-94). Содержание сухого вещества определяли путем высушивания пробы трав при температуре 105°C до постоянной массы (ГОСТ 31640-2012). Агроэнергетическую оценку возделывания трав – в соответствии с Методическим руководством по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах, 2000; химический состав трав – на инфракрасном анализаторе SpectraStar 2600XT (FOSS, Дания); учет урожая зеленой массы проводили при трехкратном использовании в фазу полной бутонизации, при четырехкратном – в начале бутонизации бобовых компонентов травостоев; статистическую обработку – методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

В третьей главе «Формирование урожая бобово-злаковых травостоев на слабокультуренных кислых дерново-подзолистых почвах» показаны результаты исследования структурных компонентов травостоев.

Ботанический состав. По соотношению видов трав в агрофитоценозе можно оценить продуктивное долголетие и конкурентоспособность растений. Выбор режима скашивания травостоев играет решающую роль во влиянии на устойчивость видов трав в луговой экосистеме. В первый год жизни травостоев наблюдалось сильное засорение ежевником обыкновенным (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) (рисунок 1). Для борьбы с данным сорителем проводилось подкашивание травостоя на высоте 12-14 см. Однако несмотря на проведение этого мероприятия не удалось полностью избежать обсеменения ежевника. Тем не менее, в последующие годы он отсутствовал в составе травостоев. Злаковые травы, выращиваемые в монокультуре, в вопросе устойчивости во многом зависят от внесения минерального азота. В травостои без внесения азотных удобрений уже на второй год внедрились растения из хозяйственно-ботанической группы разнотравье в количестве 11,7-14,2% (рисунок 2). В вариантах с большим количеством укосов – 4 раза за сезон – наблюдалось увеличение доли разнотравья до 12,4-21,4%, причем в большинстве случаев она возрастала с каждым укосом. Применение минерального азота стимулировало процесс кущения трав, что снижало засоренность травостоев разнотравьем до 8,0-17,5%.

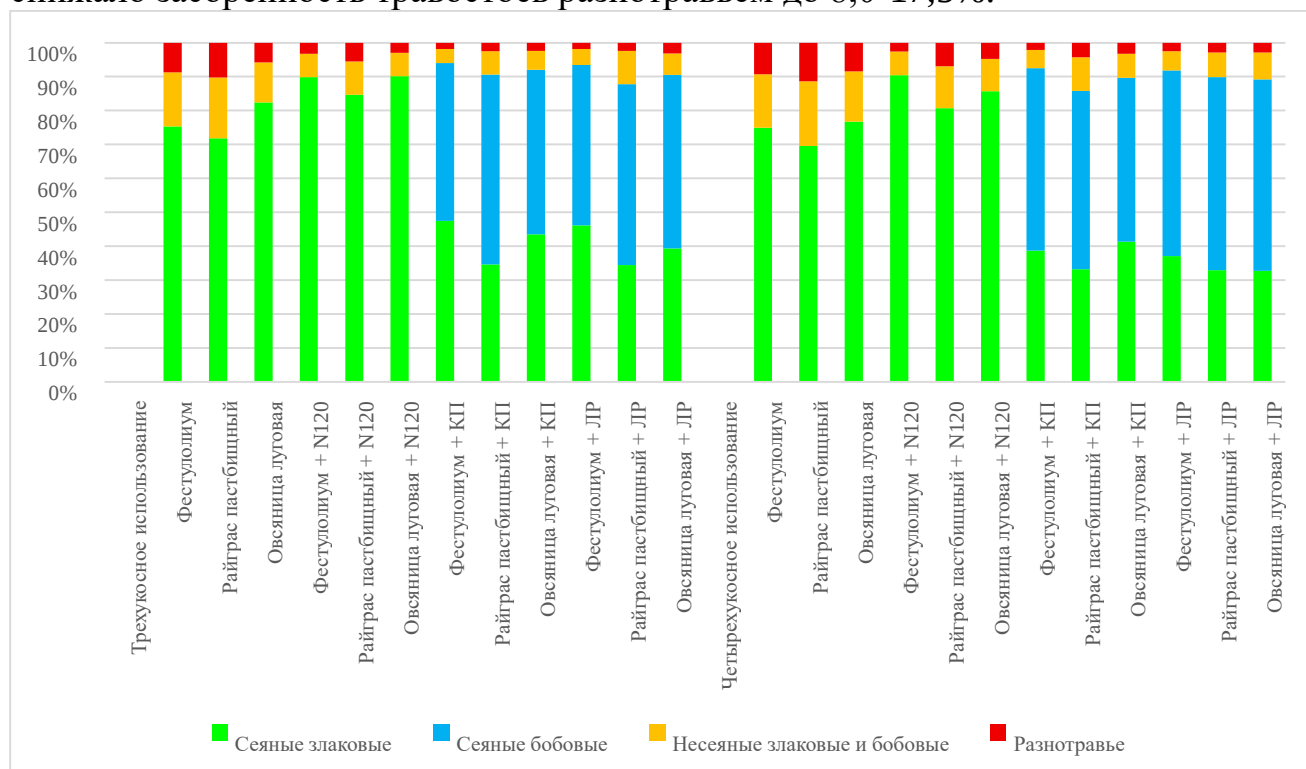


Рисунок 1 – Ботанический состав травостоев в 2023 г., %

Примечание – на рисунках 1-5 КП – клевер ползучий, ЛР – лядвенец рогатый

Несмотря на высокую кислотность почвы и низкое содержание в ней подвижного калия и молибдена, бобовые травы проявили высокую конкурентоспособность и доминировали в составе бобово-злаковых травостоев: их доля составляла 33,6–56,7 %.

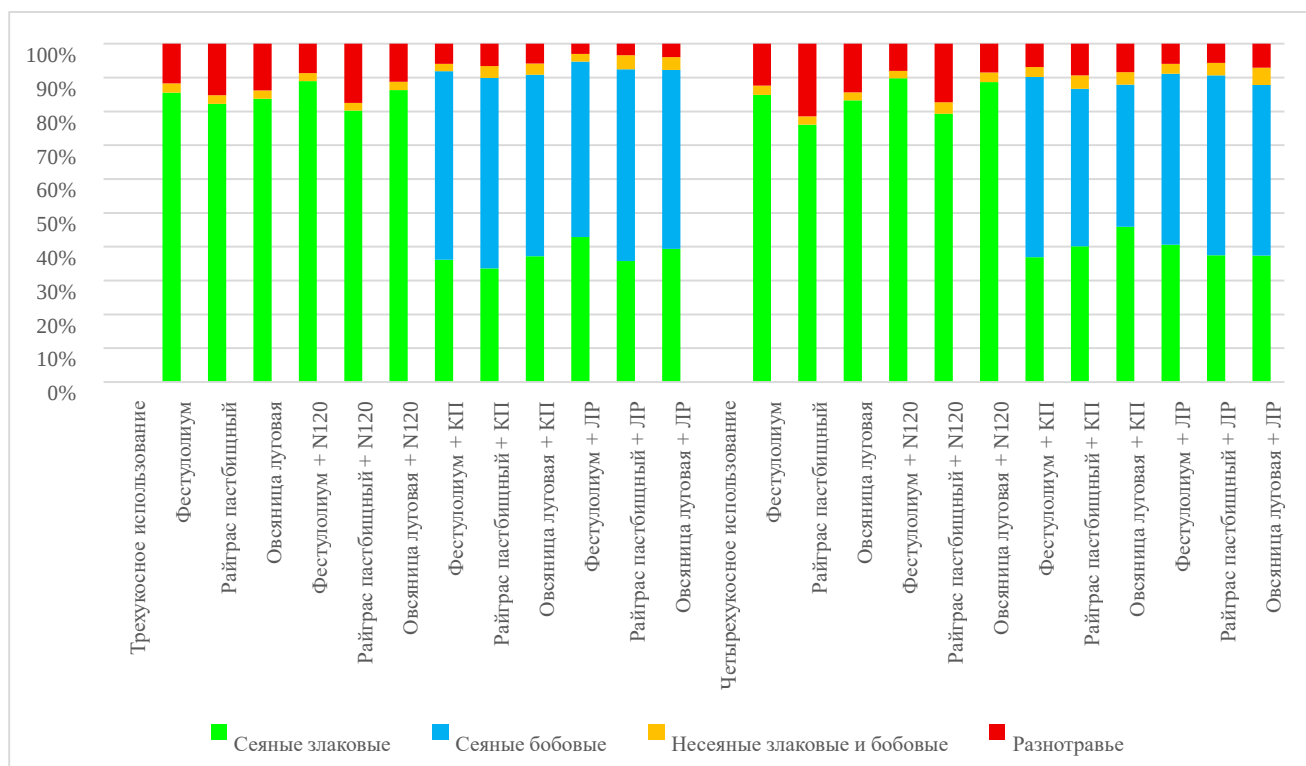


Рисунок 2 – Ботанический состав травостоев в 2024 г., %

На третий год жизни наблюдалось увеличение доли разнотравья в монокультуре злаковых трав в травостоях без внесения азотных удобрений до 28,7-35,0% (рисунок 3).

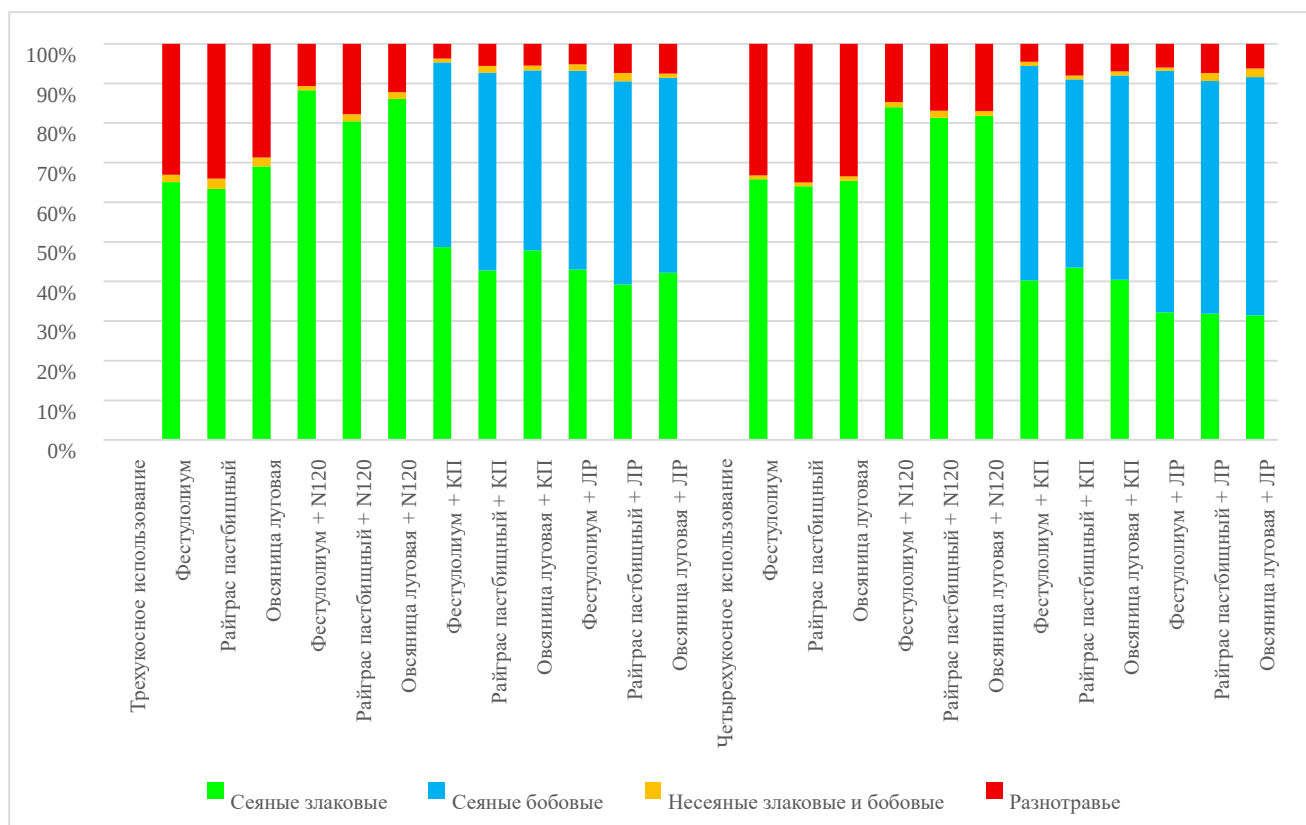


Рисунок 3 – Ботанический состав травостоев в 2025 г., %

При недостаточном количестве атмосферных осадков за вегетационный период 2024 года четырехукосный режим скашивания уступал трехукосному по содержанию бобовых компонентов в ботаническом составе травостоев, причем наиболее заметно на интенсивный режим скашивания реагировал клевер ползучий – его содержание уменьшилось с 53,7-56,3% до 42,0-53,3% с повышением количества укосов с 3-х до 4-х. При более благоприятных условиях влагообеспеченности, которые сформировались в 2025 году, трехкратное скашивание травостоев способствовало повышению количества бобовых трав в урожае. По укосам оно варьировалось от 41,3% до 57,9%. Доля райграса пастбищного во всех вариантах была меньше, чем фестулолиума и овсяницы луговой.

Плотность травостоев. Плотность травостоев является показателем, который характеризует не только урожайность, но и потребление корма на пастбище. В условиях первого года пользования опытными травостоев (2023 г.) плотность варьировала в диапазоне от 1232 шт./м² во 2-м укосе четырехукосного использования в травостое с райграсом пастбищным без удобрений до 4549 шт./м² в первом укосе трехукосного использования в бинарном травостое фестулолиума и клевера ползучего.

В 2024 году в большинстве вариантов опыта наблюдалось повышение плотности травостоя во втором укосе по сравнению с первым. Данный факт может быть связан с особенностями распределения осадков в вегетационном периоде этого года, когда во второй декаде июня выпало 107,1 мм – самое большое количество осадков по декадам с апреля по сентябрь 2024 года. Наименьшее значение плотности в этом году зафиксировано в 1-м укосе трехукосного использования в травостое райграса пастбищного без применения минеральных удобрений – 1002 шт./м² (рисунок 4).

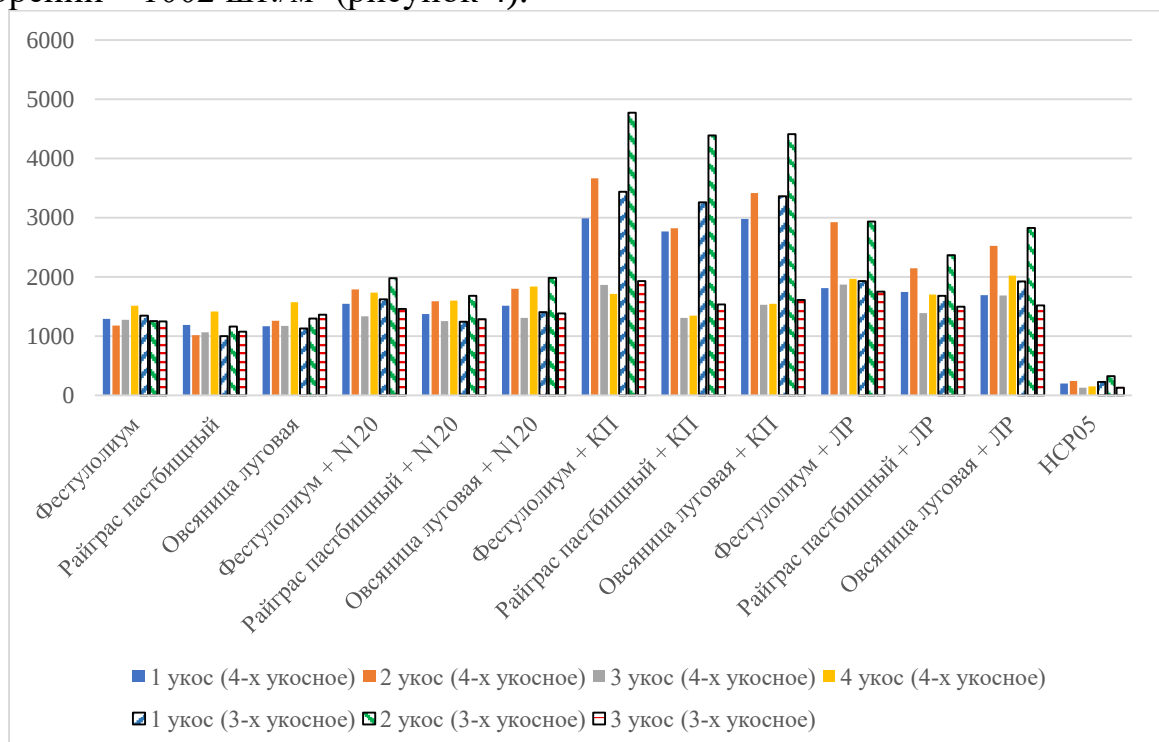


Рисунок 4 – Плотность травостоев в 2024 году, побегов/м²

В 2025 году плотность изменялась от 893 шт./м² в третьем укосе четырехукосного использования в одновидовом травостое райграса пастбищного в отсутствии удобрений до 2700 шт./м² в первом укосе в травостое с фестулолиумом и клевером ползучим (рисунок 5).

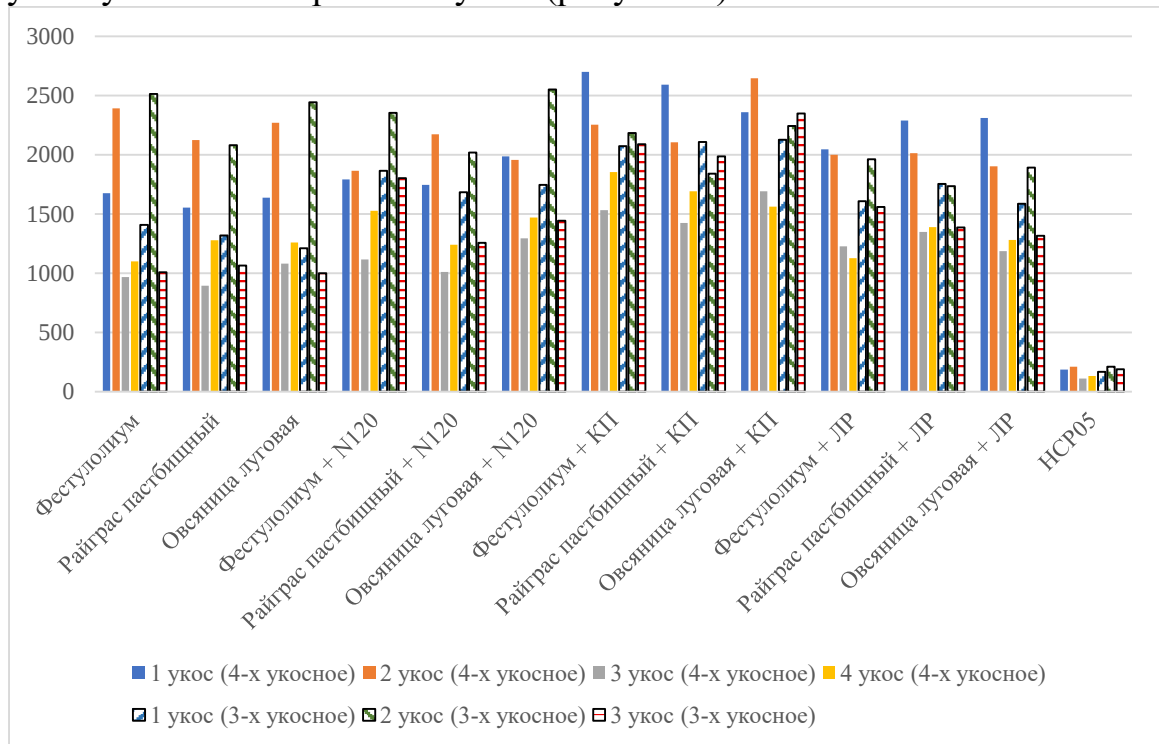


Рисунок 5 – Плотность травостоев в 2025 году, побегов/м²

Анализируя усредненные данные за каждый год исследования, можно утверждать, что при трехкратном скашивании злаковые травостои без азотных удобрений формировали от 1080 до 1642 побегов/м². Применение азотных удобрений в дозе N₁₂₀ стимулировало кущение злаков, в результате чего плотность травостоев возрастала до 1404-1913 побегов/м². Овсяница луговая и фестулолиум превосходили райграс пастбищный по интенсивности образования побегов. Вероятно, это связано с менее выраженной устойчивостью последнего к неблагоприятным факторам окружающей среды. Например, овсяница луговая широко распространена на природных фитоценозах Центрального района Нечерноземной зоны, в то время как райграс пастбищный встречается довольно редко, только на отдельных местообитаниях.

Наибольшую плотность травостоя демонстрировали двухкомпонентные агрофитоценозы с участием клевера ползучего и одного из злаковых видов. В среднем за три года в этих травостоях плотность изменялась от 1952 до 2880 побегов на 1 м². Столь высокие показатели связаны с тем, что при учетах клевера ползучего учитывались листья и цветоносы. Плотность люцерно-злаковых травостоев изменялись в пределах от 1597 до 2206 шт./м², и они превосходили по количеству побегов одновидовые посевы злаков, но уступали травостоям с лядвенцем рогатым.

Урожайность. В первый год жизни многолетние травы характеризуются медленным развитием и, как следствие, низкой продуктивностью. В 2023 году в вариантах с трехкратным использованием получен только один укос, а на

четырёхукосном использовании – два укоса. Урожайность сухого вещества составила 1,09-1,75 т/га и 1,17-2,13 т/га соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность злаковых и бобово-злаковых травостоев, т/га сухого вещества

№	Виды трав и травосмеси	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 3 года
1	Фестулолиум	*1,25/1,31	2,93/2,55	3,59/3,56	2,59/2,47
2	Райграс пастбищный	1,09/1,17	2,54/2,34	3,44/3,12	2,36/2,21
3	Овсяница луговая	1,09/1,53	2,45/2,26	3,35/3,53	2,30/2,44
4	Фестулолиум + N ₁₂₀	1,31/1,75	5,74/5,62	7,01/6,91	4,69/4,76
5	Райграс пастбищный + N ₁₂₀	1,21/1,68	5,26/5,19	7,03/6,94	4,50/4,60
6	Овсяница луговая + N ₁₂₀	1,45/2,00	5,04/5,29	7,33/7,10	4,61/4,80
7	Фестулолиум + клевер ползучий	1,75/2,12	6,50/5,50	7,43/6,88	5,22/4,83
8	Райграс пастбищный + клевер ползучий	1,60/1,98	5,47/5,08	7,25/6,91	4,77/4,66
9	Овсяница луговая + клевер ползучий	1,66/2,05	5,56/5,39	7,80/6,67	5,01/4,70
10	Фестулолиум + лядвенец рогатый	1,52/1,88	7,46/6,43	8,00/7,50	5,66/5,27
11	Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	1,35/1,93	6,40/5,69	8,18/7,67	5,31/5,10
12	Овсяница луговая + лядвенец рогатый	1,55/2,13	6,73/6,02	8,49/8,13	5,59/5,43
НСР ₀₅ частных различий		0,20	0,34	0,32	0,17
НСР ₀₅ режимов скашивания		0,14	0,24	0,22	0,12
НСР ₀₅ травостоев		0,06	0,10	0,09	0,05

*Примечание – в таблицах 1-6 числитель соответствует трехкратному скашиванию, знаменатель – четырехкратному.

Смешанные бобово-злаковые травостои показали преимущество в продуктивности над одновидовыми злаковыми травостоями на 11,6-18,9%. Прибавка обусловлена более быстрыми темпами развития бобовых трав по сравнению со злаковыми. На второй год вегетации урожайность сухого вещества в вариантах со злаками без удобрений возросла до 2,26-2,94 т/га. Применение азотных удобрений в дозе N₁₂₀ повысило урожайность в среднем в 2,1 раза до 5,04-5,74 т/га сухой массы, однако злаковые травостои все же уступили бобово-злаковым агрофитоценозам на 12,3%. Наиболее продуктивным злаковым компонентом оказался фестулолиум – как в монокультуре, так и в составе травосмесей. Лядвенце-фестулолиумовая травосмесь выделялась на фоне остальных, обеспечив получение 7,46 т/га сухого вещества при трехукосном использовании и 6,43 т/га – при четырехукосном.

На третий год исследований благоприятные условия влагообеспеченности способствовали повышению урожайности всех изучаемых видов и травосмесей. Как и в 2024-м году, самые высокие показатели продуктивности отмечены у лядвенце-злаковых травостоев – 7,50-8,49 т/га сухого вещества. При этом преимущество перешло к травосмеси, где злаковым компонентом выступила

овсяница луговая. Более высокий урожай по-прежнему обеспечивало трехкратное использование, однако разница между режимами скашивания сократилась до 7,7%. Урожайность лядвенце-злаковых травостоев оказалась выше клеверо-злаковых на 10,9%, одновидовых злаковых травостоев с внесением минерального азота – на 15,7%, неудобряемых злаковых трав – в 2,2 раза.

Распределение урожая по укосам. При организации зеленого конвейера и пастбищного содержания животных одним из важнейших условий является равномерное поступление зеленой массы на протяжении вегетации. Весной травы растут наиболее интенсивно, поэтому первый укос, как правило, оказывается самым урожайным. В условиях полевого опыта наименее равномерным распределением урожая по укосам характеризовались одновидовые посевы злаковых трав. Так, в травостоях без внесения азотных удобрений на первый укос приходилось 48-52%, а на третий лишь 12-14%. Внесение минерального азота позволило повысить долю третьего укоса до 15-27%. Возделывание бобово-злаковых агрофитоценозов обеспечивало наиболее сбалансированное поступление корма по укосам, где урожаи первого и второго укосов были примерно равны и находились в пределах 30-45%.

В режиме четырехкратного использования травостоев распределение кормовой массы по первым трем укосам было относительно равномерным. Наименьшая урожайность наблюдалась в четвертом укосе и составляла от 5 до 21%.

Наиболее сбалансированное поступление зеленой массы достигалось в условиях 2025 года, когда осадки выпадали равномерно, а температурный режим был близок к среднегодовым значениям. В 2024 году, напротив, в августе отмечался дефицит осадков, в это время в основном и формировался четвертый укос, его вклад в валовой годовой урожай не превышал 5-11%.

Сбор обменной энергии. Сравнение травостоев, используемых в разные фазы вегетации, следует проводить не только по урожайности, но и по сбору обменной энергии (ОЭ). По годам накопление обменной энергии изменялось от 10,1 до 82,1 ГДж/га. В первый год жизни наибольшие значения были характерны для четырехукосного использования, тогда как на 2–3-й годы жизни травостоев преимущество перешло к трехукосному режиму. В среднем за период исследований сбор обменной энергии при трехукосном скашивании составил от 21,5 до 55,0 ГДж/га, при четырехукосном – 20,5–52,6 ГДж/га. Суммарное накопление за три года исследований в травостоях с трехукосным режимом находилось в диапазоне 64,46–164,97 ГДж/га, с четырехукосным – 61,63–157,82 ГДж/га. Если по урожайности сухого вещества трехкратный способ использования травостоев превосходил четырехкратный, то по сбору обменной энергии между ними не выявлено существенных различий.

В четвертой главе «Химический состав зеленой массы бобово-злаковых пастбищных травосмесей с лядвенцем рогатым и клевером ползучим» приведены результаты изучения качества кормов, оценка накопления симбиотического азота, а также использование азота злаковыми травами.

Анализ основных показателей химического состава травостоев. Согласно ГОСТ Р 57482-2017 «Корм пастбищный» травы должны содержать не

менее 13% сырого протеина в расчёте на сухое вещество. Результаты химического анализа пастбищных кормов показывают низкое содержание протеина в одновидовых злаковых травостоях – от 9,17 до 11,69% (таблица 2). Внесение минеральных азотных удобрений приводило к увеличению концентрации сырого протеина до 13,32-16,13%.

Таблица 2 - Содержание сырого протеина в зеленой массе многолетних трав, в % от сухого вещества

Виды трав и травосмеси	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 3 года
1. Фестулолиум	*10,48/11,69	10,79/11,27	9,79/9,17	10,35/10,71
2. Райграс пастбищный	9,83/10,05	10,43/10,88	9,81/9,22	10,02/10,05
3. Овсяница луговая	10,10/10,03	10,99/10,93	10,90/10,35	10,66/10,43
4. Фестулолиум + N ₁₂₀	14,60/15,45	14,32/15,24	15,15/14,96	14,69/15,22
5. Райграс пастбищный + N ₁₂₀	13,32/14,68	14,54/16,13	14,35/13,90	14,07/14,90
6. Овсяница луговая + N ₁₂₀	15,46/15,58	14,39/15,99	14,60/14,55	14,82/15,37
7. Фестулолиум + клевер ползучий	14,81/15,91	15,67/15,62	14,15/14,87	14,88/15,47
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий	13,90/14,21	15,64/15,74	13,58/14,26	14,37/14,74
9. Овсяница луговая + клевер ползучий	13,65/14,28	16,12/16,22	15,71/14,61	15,16/15,04
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый	15,41/13,84	15,95/15,62	15,61/15,20	15,66/14,89
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	14,62/13,16	16,03/15,84	14,87/14,59	15,17/14,53
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	14,10/14,63	16,91/16,61	15,87/14,86	15,63/15,37
НСР ₀₅	1,73/1,82	1,4/1,53	1,2/1,23	1,42/1,51

Корреляционный анализ показал, что между долей бобовых компонентов в травостоях и содержанием сырого протеина установлена сильная положительная корреляционная зависимость ($r = 0,92$). Травостои с участием клевера ползучего и лядвенца рогатого характеризовались сопоставимой концентрацией сырого протеина – 13,16-16,91%. Режимы скашивания не оказывали достоверного влияния на концентрацию сырого протеина в зелёной массе трав.

В 2024 г. в одновидовых злаковых травостоях концентрация сырой клетчатки превышала нормативное значение (28% СВ) и варьировала в пределах 28,87–30,96%, тогда как в бобово-злаковых агрофитоценозах данный показатель находился в допустимом диапазоне — 27,90–28,84%. В остальные годы исследований содержание клетчатки во всех травостоях соответствовало стандарту и составляло 23,94–28,41 % (таблица 3).

Поскольку почва опытного участка была высокообеспеченной по подвижному фосфору, то выращиваемые на ней травы характеризовались весьма высокой концентрацией данного элемента – 0,24-0,34% от СВ (таблица 4).

Таблица 3 - Содержание сырой клетчатки в зеленой массе многолетних трав, в % от сухого вещества

Виды трав и травосмеси	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 3 года
1. Фестулолиум	28,51/28,87	29,46/28,87	24,97/26,22	27,65/27,99
2. Райграс пастбищный	28,42/29,65	30,96/30,23	28,54/27,35	29,31/29,08
3. Овсяница луговая	26,61/25,99	29,58/30,28	27,66/26,78	27,95/27,68
4. Фестулолиум + N ₁₂₀	26,41/26,26	29,97/29,25	25,55/27,49	27,31/27,67
5. Райграс пастбищный + N ₁₂₀	25,60/24,55	29,83/29,99	28,10/27,64	27,84/27,39
6. Овсяница луговая + N ₁₂₀	25,41/24,02	29,10/29,39	27,77/26,34	27,43/26,58
7. Фестулолиум + клевер ползучий	25,35/24,24	28,25/28,63	25,26/25,09	26,29/25,99
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий	25,38/23,94	27,90/28,60	25,36/25,59	26,21/26,04
9. Овсяница луговая + клевер ползучий	26,08/24,60	27,94/28,16	26,02/25,47	26,68/26,08
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый	26,64/25,89	28,74/29,15	25,66/25,91	27,01/26,98
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	27,90/26,58	28,73/28,64	27,08/26,45	27,90/27,22
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	28,41/25,14	28,69/28,84	27,94/25,90	28,35/26,63
НСР ₀₅	2,0/1,9	1,45/1,28	1,81/2,1	1,73/1,74

Таблица 4 - Содержание фосфора в зеленой массе многолетних трав, в % от сухого вещества

Виды трав и травосмеси	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 3 года
1. Фестулолиум	0,31/0,24	0,31/0,32	0,25/0,28	0,29/0,28
2. Райграс пастбищный	0,30/0,22	0,33/0,33	0,22/0,26	0,28/0,27
3. Овсяница луговая	0,28/0,26	0,33/0,31	0,22/0,28	0,28/0,28
4. Фестулолиум + N ₁₂₀	0,25/0,27	0,32/0,33	0,23/0,30	0,27/0,30
5. Райграс пастбищный + N ₁₂₀	0,25/0,26	0,30/0,34	0,22/0,29	0,26/0,30
6. Овсяница луговая + N ₁₂₀	0,25/0,28	0,31/0,33	0,23/0,30	0,26/0,30
7. Фестулолиум + клевер ползучий	0,24/0,31	0,34/0,34	0,27/0,31	0,28/0,32
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий	0,31/0,25	0,34/0,29	0,27/0,30	0,31/0,28
9. Овсяница луговая + клевер ползучий	0,34/0,26	0,35/0,33	0,28/0,30	0,32/0,30
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый	0,32/0,27	0,32/0,33	0,26/0,29	0,30/0,30
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	0,24/0,3	0,33/0,34	0,25/0,30	0,27/0,31
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	0,26/0,28	0,33/0,33	0,27/0,28	0,29/0,30
НСР ₀₅	0,02/0,019	0,021/0,026	0,014/0,02	0,019/0,023

В составе трав второго года жизни фосфора содержалось несколько больше, чем в другие годы – 0,29-0,34%. На третьем году жизни травы четырехкратного использования накопили 0,28-0,31% фосфора, превзойдя тем самым трехкратный режим скашивания с показателями 0,25-0,28%.

Для обеспечения потребности сельскохозяйственных животных пастбищные травы должны содержать не менее 0,75% кальция. Результаты опыта показывают, что злаковые травостой не всегда обладали такой концентрацией данного элемента. В 2023 и 2025 годах концентрация кальция в злаках составляла 0,42-0,63% (Тяжкороб А.Р. и др., 2026). В бобово-злаковых травостоях содержание кальция находилось на уровне 0,61-0,88%, в 2024 году значения колебались в пределах 1,00-1,20% (таблица 5). По укосам наименьшее содержание кальция отмечалось в травостое с монокультурой овсяницы луговой в четвертом укосе в 2025 году. Максимум по данному показателю выявлен в 2024 году на бинарном травостое райграса пастбищного и клевера ползучего – 1,29%. Злаковые травы в монокультуре, как с применением удобрений, так и без них, обычно показывали максимальную концентрацию кальция в первом укосе, постепенно снижая ее в последующих. В то же время злаково-бобовые травостой во многих вариантах обеспечивали максимальное содержания кальция в третьем укосе, после чего, уже в четвертом укосе концентрация исследуемого элемента снова снижалась, уступая даже первому укосу.

Таблица 5 - Содержание кальция в зеленой массе многолетних трав, в % от сухого вещества

Виды трав и травосмеси	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 3 года
1. Фестулолиум	0,55/0,56	0,63/0,76	0,59/0,49	0,59/0,60
2. Райграс пастбищный	0,56/0,67	0,68/0,75	0,59/0,49	0,61/0,64
3. Овсяница луговая	0,50/0,69	0,68/0,77	0,63/0,56	0,60/0,67
4. Фестулолиум + N ₁₂₀	0,42/0,42	0,71/0,82	0,59/0,49	0,57/0,58
5. Райграс пастбищный + N ₁₂₀	0,49/0,41	0,72/0,79	0,61/0,53	0,61/0,58
6. Овсяница луговая + N ₁₂₀	0,55/0,48	0,71/0,84	0,56/0,56	0,61/0,63
7. Фестулолиум + клевер ползучий	0,88/0,73	1,00/1,04	0,72/0,76	0,87/0,84
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий	0,88/0,66	1,06/1,18	0,74/0,73	0,89/0,86
9. Овсяница луговая + клевер ползучий	0,83/0,80	1,10/1,15	0,82/0,79	0,92/0,91
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый	0,73/0,88	1,00/1,10	0,76/0,85	0,83/0,94
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	0,61/0,77	1,11/1,13	0,73/0,83	0,82/0,91
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	0,64/0,73	1,08/1,20	0,76/0,88	0,83/0,94
НСР ₀₅	0,034/0,025	0,045/0,053	0,037/0,037	0,038/0,040

Накопление симбиотического азота в урожае. Бобовые травы в смешанных агрофитоценозах не только обеспечивают свою потребность в азоте

за счет симбиотической азотфиксации, но и передают часть фиксированного азота злаковым компонентам травостоев. Двухкомпонентные травостои с участием бобовых культур показывали высокую азотфиксирующую активность, накапливая на 2-3-й годы жизни в урожае надземной массы от 87,2 до 157,2 кг/га симбиотического азота (таблица 6).

Таблица 6 – Накопление симбиотического азота в зеленой массе многолетних трав, кг/га

Виды трав и травосмеси	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Фестулолиум + клевер ползучий	20,5/29,5	112,2/91,6	111,9/111,5
Райграс пастбищный + клевер ползучий	18,4/26,2	94,7/87,2	103,5/111,8
Овсяница луговая + клевер ползучий	18,6/22,3	100,1/100,2	137,6/97,7
Фестулолиум + лядвенец рогатый	16,5/17,1	139,9/115,0	143,6/130,2
Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	14,4/21,8	122,0/103,5	140,6/133,1
Овсяница луговая + лядвенец рогатый	17,4/25,3	138,8/120,3	157,2/134,8
НСР ₀₅	1,68/1,65	12,15/10,7	14,1/10,81

Произрастая на слабоокультуренной почве, лядвенце-злаковые травосмеси превосходили клеверо-злаковые по количеству фиксированного азота на 25,3%. Ввиду более высокой урожайности трехкратный режим скашивания обеспечивал на 12,4% более высокие показатели по аккумулярованию в надземной массе атмосферного азота.

За годы исследований коэффициент азотфиксации изменялся в пределах от 0,41 до 0,76. Существенные различия между режимами скашивания отсутствуют. Наиболее высоких значений показатель достиг на второй и третий годы исследований – 0,66–0,74.

Использование азота злаковыми травами. Многолетние злаковые травы формируют в верхнем слое почвы мощную корневую систему, способную эффективно усваивать минеральные удобрения. По годам коэффициент использования азота из аммиачной селитры изменялся от 61 до 95%. В 2024 году при четырехкратном скашивании коэффициент использования азота был выше, варьируя в диапазоне 76–80%, а в вариантах, скашиваемых три раза за сезон, значения не превышали 61–67%. Наибольшие значения были достигнуты на третий год жизни многолетних трав – 89–95%.

В пятой главе «Формирование корневой массы бобово-злаковых пастбищных травостоев» приведены результаты по формированию подземной массы и накоплению в ней азота.

От мощности корневой системы зависит засухоустойчивость и зимостойкость трав, износостойкость дернины, её способность противостоять эрозионным процессам. Подземная масса трав является источником пополнения в почве количества органического вещества и минеральных элементов питания.

Учет биомассы корней многолетних трав проводился на второй и третий годы жизни травостоев. Начиная с 2024 года выявлена устойчивая тенденция к превосходству трехукосного использования над четырехукосным. На второй год жизни масса корней варьировалась от 3,44 до 5,01 т/га при трехукосном и от 2,59

до 4,82 т/га при четырехукосном использовании. На третий год жизни при трехукосном использовании масса корней увеличилась до 4,39-5,47 т/га и при четырехукосном – до 4,17-5,17 т/га. Наибольшую корневую массу формировал травостой овсяницы луговой с лядвенцем рогатым при трехукосном использовании – 5,47 т/га сухого вещества (таблица 7).

Таблица 7 – Масса корней в пахотном слое почвы 0-20 см, т/га сухого вещества

Вариант	2024 год		2025 год	
	3 укоса	4 укоса	3 укоса	4 укоса
1. Фестулолиум	4,27	3,63	5,01	4,53
2. Райграс пастбищный	3,53	2,85	4,39	4,23
3. Овсяница луговая	3,95	3,97	5,17	4,9
4. Фестулолиум + N ₁₂₀	5,01	4,82	5,23	4,92
5. Райграс пастбищный + N ₁₂₀	3,48	3,05	4,49	4,17
6. Овсяница луговая + N ₁₂₀	4,20	4,00	5,28	4,82
7. Фестулолиум + клевер ползучий	4,35	3,73	4,99	4,53
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий	3,44	2,59	4,57	4,17
9. Овсяница луговая + клевер ползучий	3,84	3,27	5,17	4,75
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый	4,09	3,43	5,29	4,70
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	3,49	2,81	4,69	4,37
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	4,37	3,95	5,47	5,17
НСР ₀₅	0,89	0,46	0,29	0,3

На второй год жизни многолетние травы накопили в корневой массе пахотного слоя (0–20 см) от 37,9 до 101,5 кг/га общего азота. Преимущество трехукосного режима проявилось в более стабильном накоплении азота в корневой системе, что, вероятно, обусловлено менее интенсивным истощением запасных веществ при меньшем числе скашиваний. Максимальные показатели наблюдались на лядвенце-злаковых травостоях, что согласуется с их высокой продуктивностью и развитой корневой системой.

В шестой главе «Агроэнергетическая и экономическая эффективность возделывания бобово-злаковых пастбищных травостоев» представлено обоснование эффективности рекомендуемых агротехнологических приемов.

На слабоокультуренной дерново-подзолистой почве наиболее рациональным является возделывание двухкомпонентных лядвенце-злаковых травосмесей, обеспечивающих получение кормов с себестоимостью 1 энергетической кормовой единицы на уровне 2,01-2,09 руб. и высокой окупаемостью затрат совокупной энергии при агроэнергетическом коэффициенте 3,53–4,05. Внесение азотных удобрений в дозе N₁₂₀ на одновидовых травостоях злаковых трав приводит к увеличению производственных затрат в 1,5 раза и повышению себестоимости корма до 3,75-3,91 руб. за 1 ЭКЕ.

Заключение

1. На кислой дерново-подзолистой почве на 2-3-й годы жизни бинарные бобово-злаковые травостои с лядвенцем рогатым и клевером ползучим формировали устойчивые агрофитоценозы с урожайностью от 5,08 до 8,49 т/га сухой массы. Лядвенце-злаковые травостои превзошли по продуктивности клеверо-злаковые травосмеси на 10,9%. Травосмеси лядвенца рогатого и клевера

ползучего с фестулолиумом и овсяницей луговой давали на 4,9% больше кормов, чем с райграсом пастбищным.

2. Внесение азотных удобрений в дозе N_{120} способствовало увеличению урожайности одновидовых травостоев фестулолиума, райграса пастбищного и овсяницы луговой в среднем в 2,2 раза, однако они уступали лядвенце-злаковым агрофитоценозам по сбору корма на 15,7%.

3. Основными компонентами бинарных бобово-злаковых травостоев были лядвенец рогатый и клевер ползучий. На 2-3 годы жизни при проведении 3-х укосов за вегетацию их доля в ботаническом составе составляла 45,4–57,3%, при проведении 4-х укосов – 44,2–61,0% соответственно. Доля несеяных трав в ботаническом составе бобово-злаковых агрофитоценозов не превышала 5,1%.

4. Для бобово-злаковых травостоев увеличение числа укосов с трех до четырех приводило к достоверному снижению урожайности в среднем на 5%. Различия в накоплении обменной энергии по режимам скашивания незначительны во всех вариантах, кроме травостоя с фестулолиумом и лядвенцем рогатым. Наибольшее накопление обменной энергии показывают лядвенце-злаковые травостои – 147,29–164,97 ГДж/га.

5. При интенсивных трех- и четырехкратном режимах использования бобово-злаковые травостои обеспечивали получение качественных зеленых кормов с содержанием в сухой массе 13,58–16,91% сырого протеина, 25,26–29,15% сырой клетчатки, 0,25–0,35% фосфора и 0,72–1,20% кальция. В неудобряемых злаковых травах содержание сырого протеина не превышало 9,17–11,27%, а при внесении N_{120} его концентрация возрастала в 1,3–1,6 раза. Содержание обменной энергии в среднем варьировалось от 9,19 до 9,72 МДж/кг СВ для трехукосного использования и от 9,29 до 9,80 МДж/кг СВ для четырехукосного. Существенных различий между режимами скашивания не выявлено.

6. Клеверо- и лядвенце-злаковые травостои на 2-3-й годы жизни фиксировали каждый год в урожае зеленой массы 87,2–157,2 кг/га симбиотического азота, при этом лядвенец рогатый характеризовался на 25,3% более высокой азотфиксирующей способностью, чем клевер ползучий.

7. На третий год жизни в пахотном слое почвы, глубиной до 20 см, было накоплено от 4,17 до 5,47 т/га сухой массы корней. Лядвенце-злаковые травостои превосходили по корневой массе клеверо-злаковые агрофитоценозы на 5,1%. В подземной массе бобово-злаковых травостоев содержалось 54,9–101,5 кг/га азота, что на 19 % больше, чем в корнях злаков при внесении N_{120} .

8. Бобово-злаковые травостои с участием лядвенца рогатого обеспечивают получение кормов с самой низкой себестоимостью 1 ЭКЕ – 2,01–2,09 руб. и наибольшим агроэнергетическим коэффициентом – 3,53–4,05. При возделывании одновидовых злаковых травостоев с внесением минерального азота в дозе N_{120} агроэнергетический коэффициент снижался до 1,91–2,00, а себестоимость возрастала до 3,75–3,91 руб. С агроэнергетической и экономической точек зрения трехукосный режим скашивания оказался на 10 и 5% соответственно более эффективным, чем четырехукосный режим использования.

Рекомендации производству

Для создания на кислых дерново-подзолистых почвах устойчивых агрофитоценозов с урожайностью сухого вещества 6,7–8,5 т/га рекомендуется:

1. Высевать двухкомпонентные травосмеси лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) сорта Солнышко с фестулолиумом (*Festulolium* F. Asch. et Graebn) сорта ВИК 90 или овсяницей луговой (*Festuca pratensis* L.) сорта Свердловская 37. Норма высева лядвенца – 9 кг/га, фестулолиума и овсяницы – по 8 кг/га всхожих семян.
2. Применять трехкратный режим использования лядвенце-злаковых травостоев, обеспечивающий равное поступление высококачественных зеленых кормов в течение пастбищного периода и оптимальное соотношение урожайности и энергозатрат.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В современных условиях увеличения засушливости климата дальнейшие исследования будут направлены на разработку агротехнических приемов повышения продуктивного долголетия пастбищных травостоев за счет расширения видового состава многокомпонентных бобово-злаковых травосмесей, оптимизации режимов орошения и минерального питания для стабилизации продуктивности травостоев в условиях неравномерного распределения атмосферных осадков, оценки долгосрочной динамики плодородия кислых дерново-подзолистых почв при длительном возделывании бобово-злаковых агрофитоценозов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России:

1. **Тяжкороб, А.Р.** Продуктивность бинарных бобово-злаковых травосмесей с лядвенцем рогатым (*Lotus corniculatus* L.) и клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) на кислых дерново-подзолистых почвах / А.Р. Тяжкороб, А.В. Шитикова, Н.Н. Лазарев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2026. – № 1. – С. 99-115.
2. **Тяжкороб, А.Р.** Урожайность и химический состав бобово-злаковых пастбищных травосмесей с лядвенцем рогатым и клевером ползучим [Электрон. ресурс] / А.Р. Тяжкороб, И.И. Дмитриевская, С.Л. Белопухов, Н.Н. Лазарев // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2026. – № 1.
3. Лазарев, Н.Н. Ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) - кормовая культура универсального использования в адаптивном лугопастбищном хозяйстве (обзор) / Н.Н. Лазарев, А.В. Шитикова, Е.М. Куренкова, О.В. Кухаренкова, С.А. Дикарева, **А.Р. Тяжкороб** // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2. – С. 93-109.
4. Авдеев, С.М. Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы под бобово-злаковыми агрофитоценозами в условиях изменяющегося климата / С.М. Авдеев, А.В. Жевнеров, **А.Р. Тяжкороб**, Д.Ю.

Осин, П.С. Ильин, А.Г. Черноок, Г.И. Карлов, М.Г. Дивашук // Плодородие. – 2024. – № 6(141). – С. 42-48.

5. Лазарев, Н.Н. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, **А.Р. Тяжкороб**, С.М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 20-26.

Статьи в журналах, сборниках научных трудов и материалах конференций:

Тяжкороб, А.Р. Особенности семеноводства лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) в лугопастбищном хозяйстве / А.Р. Тяжкороб // Генетические ресурсы растений и современные методы селекции: Сборник научных трудов, Москва, 19 ноября 2025 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2025. – С. 47-51.

Тяжкороб, А.Р. Применение вегетационного индекса NDVI при возделывании многолетних травостоев / А.Р. Тяжкороб // Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием X Вильямсовские чтения к 160-летию Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева : Сборник трудов, Москва, 27–29 ноября 2025 года. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025. – С. 491-495.

Тяжкороб, А.Р. Роль овсяницы луговой (*Festuca Pratensis* Huds.) в укреплении кормовой базы РФ / А.Р. Тяжкороб // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник X Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, посвященный 90-летию Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 04–05 декабря 2025 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2025. – С. 283-286.

Тяжкороб, А.Р. Экологическая роль лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) в создании сеяных кормовых угодий / А.Р. Тяжкороб // Адаптация сельского хозяйства к изменениям климата: Сборник трудов, приуроченных к международной научно-практической конференции, посвящённой 165-летию со дня рождения В.А. Михельсона, Москва, 10 декабря 2025 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2025. – С. 165-170.

Тяжкороб, А.Р. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) – перспективный вид для создания высокопродуктивных пастбищ / А.Р. Тяжкороб // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий: Сборник материалов VII международной научно-практической конференции (Луганск, 26 января – 10 февраля 2026 г.) / Под общ. ред. В.П. Матвеева. – Луганск: ФГБОУ ВО ЛГАУ, 2026. – С. 151-152.

Авторские свидетельства, патенты, лицензии:

Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2026622489 Российская Федерация. Принципы составления высокопродуктивных травосмесей в лугопастбищном хозяйстве РФ : заявл. 14.05.2026 : опубл. государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».