

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

На правах рукописи

БОЙЦОВА АНАСТАСИЯ ЮРЬЕВНА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛУЧШЕНИЯ СТАРОВОЗРАСТНЫХ
СЕНОКОСОВ И ТРАВСТОЕВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОДСЕВОМ
МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ**

Специальность: 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
Лазарев Николай Николаевич,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Москва – 2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СЕНОКОСОВ И ТРАВСТОЕВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОДСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ	9
1.1. Создание продуктивных агрофитоценозов из одновидовых посевов бобовых, злаковых трав и бобово-злаковых травосмесей	9
1.2. Эффективность использования козлятника восточного (<i>galega orientalis lam.</i>) при создании сеянных сенокосов	11
1.3. Эффективность приемов коренного и поверхностного улучшения природных кормовых угодий	14
1.4. Продуктивность и долголетие старовозрастных сенокосов и пастбищ 17	
1.5. Эффективность подсева трав, техника подсева и приживаемость трав при подсеве в дернину	19
1.6. Консервация земель и способы улучшения травостоев залежных земель	22
1.7. Долголетие трав при различных режимах использования травостоев и внесении удобрений	25
1.8. Качество получаемых травяных кормов в зависимости от режимов использования травостоев, состава травостоев и азотных удобрений	27
1.9. Изменение плодородия почв при длительном использовании злаковых и бобово-злаковых травостоев	32
1.10. Экономическая и агроэнергетическая эффективность улучшения травостоев сенокосов	36
Глава 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	39
2.1. Схема опыта и методика проведения исследования	39
2.2. Почвенно-климатические условия проведения исследования	44
Глава 3. ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ СЕНОКОСНЫХ ТРАВСТОЕВ И ИХ УЛУЧШЕНИЕ ПОДСЕВОМ БОБОВЫХ ТРАВ	52
3.1. Динамика ботанического состава травостоев при долголетнем использовании сеяных агрофитоценозов	52
3.2. Динамика плотности старовозрастных травостоев	70
3.3. Высота бобовых и злаковых трав в составе старовозрастных агрофитоценозов	74

3.4. Урожайность старовозрастных травостоев, улучшенных подсевом бобовых трав.....	78
ГЛАВА 4. УЛУЧШЕНИЕ ТРАВОСТОЕВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОДСЕВОМ В ДЕРНИНУ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО	95
4.1. Трансформация травостоев вейниковой залежи при различных способах подсева козлятника восточного.....	95
4.2. Влияние удобрений на формирование травостоев вейниковой залежи, улучшенной подсевом козлятника восточного.....	103
ГЛАВА 5. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТРАВ ПРИ ДВУХ- И ТРЕХКРАТНОМ СКАШИВАНИИ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ТРАВОСТОЕВ.....	108
ГЛАВА 6. ФОРМИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОЙ МАССЫ И ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ ПРИ ДОЛГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАВОСТОЕВ	117
ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЛГОЛЕТНЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ СЕНОКОСНЫХ ТРАВОСТОЕВ	127
7.1. Агроэнергетическая эффективность долголетнего использования и улучшения сенокосных травостоев.....	127
7.2. Экономическая эффективность долголетнего использования и улучшения сенокосных травостоев.....	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	135
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	138
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	170

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В Российской Федерации в рамках реализации Доктрины продовольственной безопасности реализуется госпрограмма эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса. Ключевой индикатор данного проекта – вовлечение к 2031 году не менее 13,2 млн гектаров неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения, большая часть которых представляет собой длительно необрабатываемые залежные земли. Актуальность работы обусловлена необходимостью интенсификации кормопроизводства в рамках задачи по эффективному вовлечению в оборот земельных ресурсов. Значительные площади сеяных лугов представлены старовозрастными травостоями, характеризующимися низкой урожайностью и питательной ценностью. Перспективным направлением является подсев многолетних бобовых трав в дернину, позволяющий существенно повысить продуктивность и качество корма без нарушения целостности дернового покрова. В связи с этим актуальным является проведение комплексного исследования, направленного на разработку и улучшения старовозрастных лугов и травостоев залежных земель на основе подсева бобовых компонентов.

Степень научной разработанности темы. Научному обоснованию долголетнего использования и разработке эффективных способов улучшения кормовых угодий подсевом трав в дернину, включая подбор видов трав и травосмесей, норм высева, способов и сроков подсева, отечественными и зарубежными учеными выполнено значительное количество исследований (Жезмер Н.В., 2021; Зотов А.А., 2002, 2005; Косолапов В.М., 2009; Кутузова А.А., 2005, 2011, 2014; Привалова К.Н., 2018, 2022; Тебердиев Д.М., 2015, 2020; Jefferson P.G., 2022; Kohoutek A., 2013; Khatiwada B., 2020; Omokanye A., 2019). Анализ научной литературы показывает, что еще недостаточно разработаны приемы подсева бобовых трав в фитоценозы старовозрастных лугов и залежных земель различного ботанического состава, не определены

сроки продуктивного долголетия бобово-злаковых травостоев в зависимости от режимов использования. В соответствии с вышеописанным, необходимо дальнейшее изучение способов улучшения старовозрастных и природных сенокосов и пастбищ.

Цель исследований - разработка эффективных способов улучшения старовозрастных сенокосов и травостоев залежных земель подсевом многолетних бобовых трав в дернину.

При выполнении поставленной цели решались следующие задачи:

- дать оценку приживаемости клевера лугового, клевера ползучего и люцерны изменчивой в дернину старосеяных лугов при различной кратности скашивания травостоев;
- проанализировать динамику ботанического состава и урожайности травостоев залежных земель при подсеве козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) в дернину;
- выявить характер влияния режимов скашивания и способов улучшения на питательную ценность травяных кормов;
- определить характер долголетнего выращивания различных по ботаническому составу травостоев на плодородие дерново-подзолистой почвы;
- рассчитать агроэнергетическую и экономическую эффективность улучшения старосеяных лугов и травостоев залежных земель.

Научная новизна. Впервые в условиях Центрального района Нечерноземной научно обоснованы и разработаны эффективные способы улучшения старовозрастных сеяных лугов различного ботанического состава и травостоев залежных земель подсевом бобовых трав в дернину. Выявлена реакция различных видов бобовых и злаковых трав на двух- и трехкратный режим скашивания на 25-30-й годы использования травостоев. Установлена целесообразность улучшения старовозрастных лугов с доминированием ежи

сборной подсевом клевера лугового, а травостоев вейниковой залежи – подсевом козлятника восточного.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены закономерности приживаемости различных видов трав при подсевах их в разные сроки и в травостое различного ботанического состава; установлено продуктивное долголетие бобовых и злаковых трав, влияние длительного использования травостоев на агрохимические показатели почвы и формирование корневой массы.

При улучшении травостоев вейниковой залежи с целью повышения их продуктивности подсев козлятника восточного позволяет увеличить урожайность кормового угодья с 2,06-2,11 до 4,43-4,58 т/га сухой массы и сформировать к 6-му году использования агрофитоценоза с долей козлятника в урожае 82–96%.

Подсев клевера лугового в злаково-разнотравные травостои на 25-й год их эксплуатации способствовал формированию злаково-клеверных травостоев с участием клевера лугового до 35-57%, что увеличивало урожайность поедаемой кормовой массы и её протеиновой и энергетической питательности.

Методология и методы исследований. Научное исследование базируется на принципах объективности и всестороннего анализа изучаемой проблемы на основе системного подхода. Полевые опыты и лабораторные исследования проведены по методикам опытных работ, разработанных ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»). Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методом дисперсионного анализа.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены, обсуждены и одобрены на научных конференциях: Всероссийская молодёжная конференция с международным участием, посвящённая 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 2021), Международная научная конференция Агроботехнология –

2021 (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 2021), Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 2022), Аграрная наука – 2022 Всероссийская конференция молодых исследователей (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 2022), Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 2023), Всероссийская молодежная научная конференция с международным участием IX Вильямсовские чтения (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 2024), Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 2025).

Публикации. Результаты научных исследований опубликованы в 12 работах, из них 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 192 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 54 таблицы, 5 рисунков, заключения, списка литературы (включает 251 наименование, в том числе 56 на иностранных языках) и 57 приложений.

Степень достоверности полученных результатов подтверждается проведением полевых и лабораторных опытов по стандартным методикам; достоверность полученных экспериментальных данных обеспечивается результатами статистической обработки, полученных методами дисперсионного анализа.

Личный вклад автора. Автором лично выполнены все этапы экспериментального исследования: организация и проведение полевых опытов, систематические учёты и наблюдения, сбор и первичная обработка экспериментальных данных, а также их статистический анализ.

Положения, выносимые на защиту:

- приживаемость клевера лугового, клевера ползучего и люцерны изменчивой в дернину старосеяных лугов при различной кратности скашивания травостоев;
- подсев козлятника восточного в дернину вейниковой залежи обеспечивает формирование высокопродуктивных травостоев с доминированием сеяных трав;
- двухкратный режим скашивания при внесении азотных удобрений способствует продлению продуктивного долголетия коостреца безостого до 30 лет;
- длительное выращивание различных по ботаническому составу травостоев оказывает существенное влияние на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы;
- обоснование агроэнергетической и экономической эффективности улучшения старосеяных лугов.

Благодарность. Автор выражает искреннюю и глубокую благодарность своему научному руководителю - д.с.-х.н., профессору Лазареву Н.Н. за мудрое и профессиональное руководство, консультативную поддержку при проведении опыта и оформления диссертационной работы, а также ценные методические рекомендации. Автор сердечно благодарит директора института Агробιοтехнологии, д.с.-х.н., профессора Шитикову А.В., а также всех сотрудников кафедры Растениеводства и луговых экосистем за оказание помощи и консультации при проведении полевых опытов. Автор выражает признательность и благодарность сотрудникам кафедры химии, в особенности д.с.-х.н., профессору Дмитриевской И.И. за помощь и реализацию химического анализа образцов. Автор благодарит родных и близких друзей за поддержку и помощь на протяжении всей работы над диссертационным исследованием.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СЕНОКОСОВ И ТРАВСТОЕВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОДСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

1.1. Создание продуктивных агрофитоценозов из одновидовых посевов бобовых, злаковых трав и бобово-злаковых травосмесей

При создании агрофитоценозов в современном мире используются наиболее адаптированные и устойчивые виды растений, которые в последствии принесут увеличение объемов производства кормов и повышения качества продукции.

Задумкин К.А. (2017) считает, что для этого необходимо широко использовать перспективные технологии возделывания кормовых культур и заготовки кормов, а также адаптированные виды растений для создания травосмесей.

Зими́на Т. В. (2007) полагает, что многолетние травы в травосмесях имеют преимущество перед одновидовыми посевами по продуктивности и кормовым достоинствам.

Лазарев Н.Н. и др. (2018) отмечают, что долголетними видами трав являются корневищные, корнеотпрысковые и столонообразующие. Клевер ползучий за счёт укоренения надземных столонов и способностью к вегетативному размножению, является основным бобовым компонентом пастбищных травосмесей во многих странах мира. Дефицит влаги клевер ползучий переносит плохо он имеет слабую корневую систему. В Нечерноземье расширение площадей посева люцерны изменчивой (латинское название *Medicago varia*) является актуальным, с учётом потепления и увеличения засушливости климата.

В исследованиях Коноваловой Н.Ю. (2023) указывается, что долголетие бобово-злаковых травостоев можно добиться за счёт включения в них люцерны изменчивой к тому же она содержит в себе большее количество

питательных веществ. Юдина И.Н. и другие (2019) в своих научных трудах за четыре года установили, что люцерна изменчивая на тяжелосуглинистых почвах в одновидовом посеве была продуктивна по урожайности сухой массы и выходу сырого протеина. На супесчаной почве эффективнее совместный посев козлятника восточного с люцерной изменчивой.

Каждый ученый старается использовать в своих работах инновационные разработки и новые виды растений, в связи с этим исследования российского учёного Эседуллаева С. Т. (2018) показали, что для получения сбалансированных по сахаропротеиновому отношению кормов следует возделывать новые перспективные виды, такие как фестулолиум (лат. *Festulolium*). Смешанные посевы из клевера и фестулолиума с соотношением компонентов 1:1 обеспечивали на дерново-подзолистых почвах сбор 9,54 т/га сухой массы, что на 17% больше, чем у клевера с тимофеевкой.

Шайкова Т.В., Мазин А.М., Сажин А. В., Кузьмина Т.Е. (2019) в своих исследованиях указывают, что наиболее благоприятные условия и повышения кормовой продуктивности обеспечивается за счёт травосмеси из фестулолиума с клевером луговым, и фестулолиума с лядвенцем рогатым.

Зарубежные коллеги М. А. Iqbal, А. Hamid, Т. Ahmad (2018) изучали совмещение бобовых и зерновых культур и указывают на эффективную агрономическую стратегию, с увеличением производства кормовой биомассы, взаимодополняющему использованию ресурсов, борьбе с сорняками, улучшению качества питательных веществ и более высокой экономической отдаче. Однако они указывают, что комбинированные культуры имеют способность конкурировать и это может повлиять на снижение биомассы. Данная проблема решается путем оптимизации времени посева и пропорциональной доли составных культур. Зарубежные исследователи отмечают необходимость усовершенствования традиционных систем ведения сельского хозяйства, для сведения к минимуму неблагоприятных воздействий на окружающую среду.

Изучение современной и зарубежной литературы по созданию продуктивных агрофитоценозов из одновидовых посевов бобовых, злаковых трав и бобово-злаковых травосмесей показывают, что одновидовые посевы в некоторых случаях характеризуются технологической эффективностью, которая обеспечивает наиболее высокий сбор продукции данного типа с единицы площади. Неудачи таких посевов в низких сахаропротеиновых свойствах отдельных культур. Большое количество исследователей и ученых считают, что травосмеси имеют больше положительных характеристик, чем посевы из одного вида растений. Эффективность травосмесей заключается в кормовой ценности, адаптивности разных культур ко внешним условиям среды, меньшему воздействию на болезни, вредителей и сорняков. В связи с этим при создании агрофитоценозов необходимо ставить четкую цель и подбирать необходимые виды растений для ее достижения.

1.2. Эффективность использования козлятника восточного (*galega orientalis lam.*) при создании сеянных сенокосов

В системе выращивания сеянных сенокосов привычно рассматривать травосмеси из бобово-злаковых компонентов. Естественно, имеются популярные бобовые культуры для возделывания — это различные виды клевера, люцерны, эспарцета, которые используются при выращивании на производствах и научно — экспериментальных участках. Развивающиеся сельское хозяйство, изменение климатических условий требуют введения культур для улучшения показателей кормового сырья, а также уменьшения содержания несеянных видов.

Для обеспечения эффективности кормовой базы необходимо увеличивать многообразие трав. Сочетание многолетних трав по типу развития и длительности жизни позволяет создавать систему зелёных кормов. (Маклахов А.В., Углин В.К. и др., 2016). В исследованиях Жиряковой А. Д. (2018) и Коноваловой Н. Ю. (2018) установлено, что для получения

энергетически насыщенных кормов и непрерывного, а также равномерного поступления зелёной массы необходимо сеять козлятник восточный в сочетании с другими многолетними травами, а также в одиночном севе.

Учёный из Белоруссии Сельманович В. Л. (2023) в результате пятилетнего исследования отмечает, что *Galega orientalis* Lam. галега восточная является замечательным предшественником, благодаря тому что способна накапливать азот и органические вещества, обогащает почву экологическим безопасной формой азота.

Козлятник восточный как бобовая культура обладает значительными преимуществами, благодаря которым можно достичь повышения плодородия почвы, а также продуктивный урожай объёмистых кормов. В кормах этой культуры содержится высокий показатель протеина, козлятник обладает засухоустойчивостью, зимостойкостью, продуктивностью, что, несомненно, важно для возделывания сельскохозяйственных культур (Баринов В. Н., 2019).

Золотарев В. Н. (2021) отмечает, что галега восточная содержит повышенный показатель протеина и эссенциальных аминокислот. Корни обладают высоким содержанием зольных элементов и азота, а строения корневой системы позволяют размножаться вегетативно, что формирует стабильные популяции культурного растения.

Бобовая культура козлятник восточный популярное долголетнее растение, которое способно расти до 25-40 лет и особенное преимущество, что из севооборота он не выходит. Такое длительное произрастание на одном месте может способствовать не только хорошей кормовой базе, но и развитию пчеловодства. Во время цветения пчёлы собирают пыльцу с козлятника начиная с середины мая месяца. Мёдопродуктивность в таком случае зависит от года пользования, чем длительнее произрастает козлятник, тем больше количество сбора мёда. Растение имеет полый стебель, он не сочный внутри, особенность такого строения позволяет козлятнику сохнуть существенно быстрее, чем люцерна.

По урожайности и качеству корма козлятник восточный может посоревноваться с люцерной, клевером и другими бобовыми культурами это указано во многих исследованиях (Дронова Т. Н. 2018, Баринов Э. Э. 2018 и другие).

Сравнительный анализ козлятника восточного с другими бобовыми культурами показывает, что козлятник опережает по срокам хозяйственного использования клевера и люцерну до 26 дней. Что дает определенное преимущество в возделывание козлятника. К тому же урожайность козлятника за 11 лет в среднем составляла 31 т/га, что в три раза больше, чем у люцерны и клевера в проведенном исследовании (Филатов В. И., Сагирова Р. А., 2006).

Исследователи, которые занимаются выращиванием козлятника рекомендуют перед посевом почву «заражать» азотофиксирующими бактериями, которые позволят дать активный рост, развитие и отличную кормовую базу. Для этого, где уже выращивается козлятник восточный, производят выкапывание земли. После землю просеивают в почвенном сите, просушивают и такая земля может храниться до 10 лет с «зараженными» бактериями. Перед посевом семена козлятника соединяют с данной почвой и сеют его, таким образом происходит инокуляция семян почвой.

Зарубежные учёные Д. Егамбердиева, Г. Берг, К. Линдстрём (2010), изучили влияние штамма на рост козлятника восточного. Рассматривали *Rhizobium galegae* одиночно, а также с штаммами *Pseudomonas* исследование проведено не в полевых условиях, а в горшечной почве с низким содержанием азота. Результат эксперимента показал, что совместная инокуляция по статистическим данным дали наилучший показатель по росту растения и содержанию азота. В Польше, Латвии, Чехии и других европейских странах козлятник восточный выращивается для получения производства биогаза (Dubis K. J. Jankowski, M.M. Sokolski, 2020). В России выращивания козлятника происходит для развития кормопроизводства и пчеловодства.

Наряду с положительными характеристиками козлятника, он введен в справочник инвазивных растений. Но мы считаем, что козлятник восточный не может дать таких опасных последствий, как борщевик Сосновского, который стремительно развивается на территории Тверской области и других регионах. Также при выращивании он не разрастается на соседние территории.

Козлятник восточный можно использовать для поверхностного улучшения в уже сформировавшийся травостой, с внесением фосфорно – калийных удобрений. Такой подход к долголетним травостоям сможет увеличить урожайность в 2 раза. Длительные 19-ие исследования Лазарева Н.Н. и др. (2022) показали, что козлятник восточный необходимо использовать для сохранения земель, которые ранее были выведены из оборота. Помимо улучшения долголетнего травостоя козлятник восточный при подсеве способен на третий год занимать лидирующее место в фитоценозе (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., 2021).

Проанализировав различную литературу, исследования, статьи можно прийти к выводу, что козлятник восточный достойно может лидировать среди представителей бобовых видов трав. Он обеспечивает максимальный урожай, является продуктивным по кормовым показателям, прекрасный медонос, способен улучшать почвенный состав травостоя. Эффективность козлятника восточного при подсеве также изучено в некоторых исследованиях и отмечено, что, подсев способствует сохранению и улучшению долголетнего травостоя.

1.3. Эффективность приемов коренного и поверхностного улучшения природных кормовых угодий

Несомненно, долголетие кормовых угодий обеспечивается благодаря постоянному уходу и приемами улучшения этих угодий. Считаю, что в современных реалиях дополнительный эффект можно получить за счет

использование природных возобновляемых ресурсов. В сельском хозяйстве используются два приема улучшения это коренное и поверхностное.

Способы улучшения природных кормовых угодий дают повышение их продуктивности до 5 раз и получение дешевого высококачественного корма. Исходя из практики исследователей, коренное или поверхностное улучшение выбирают в зависимости от состояния кормовых угодий. В рамках каждого способа улучшения кормовых угодий создаются четыре группы мероприятий: работы культуртехнического характера, анализ ботанического состава травостоев и пищевого режима, улучшение режима почв водного и воздушного типа. Помимо этого, рассматривается засорение дикорастущими травами, закустаренность, залесенность и закочкаренность.

Бедарева О. М. и др. (2017) считают, что улучшение кормовых угодий поверхностным способом является ресурсосберегающим. Коренная растительность может сохраниться, благодаря этому повысится урожайность или кормовое качество.

По данным F. C. Cournane, et al. (2011) коренное улучшение малопродуктивных травостоев будет требовать затрат на механическую обработку почвы и семена трав. Поверхностное улучшение может быть осуществлено путём внесения удобрений, аэрации почвы и подсева трав.

M. L. Silveria et al. (2016) указывает, что применение азотных удобрений повышает урожайность лугов, при этом возможны риски экономические и экологические. Риски могут быть сведены к минимуму за счёт использования биологического азота, фиксируемого бобовыми травами.

Зарубежные коллеги Otokanye A, и др. (2019) три года проводили исследование различных методов омоложения и улучшения кормовых угодий и выявили, что улучшились показатели ботанического состава, содержания макроэлементов и питательность корма. В их исследования была использована аэрация, опрыскивание гербицидами, внесение удобрений, подсев трав, было разработано 11 вариантов омоложения кормового угодья. В результате ученые

рекомендуют подсев трав, весеннюю и осеннюю аэрацию, и применение гербицидов.

Федорова О.А., Текушев А.Х., Чаплыгин М.Е., Давыдова С.А. (2022) проводили исследования и на основе этого сделали вывод, что для поверхностного улучшения наиболее выгодным становится разработка машин и технологий, которые имеют высокую производительность и эффективность. В исследованиях указывается комбинированный агрегат, содержащий пружинный рабочий орган – зубья, которые смогут обеспечить рыхление почвенного слоя на глубину 3-7 см.

Сафонов В.В., Кудрявцев А.В. (2014) разработали устройство для поверхностного улучшения кормовых угодий, которое позволит уменьшить энергетические и материальные затраты. В нем предусмотрено выполнение до трех операций одним рабочим органом за единственный проход по местности. В данные операции входит подрезание кочек и почвенного слоя, соответственное их измельчение дисками. После происходит сепарация кочек на меньшие фракции, затем их укладывают и выравнивают поверхность почвы. Далее проводится посев семян трав с одновременным внесением минеральных удобрений. Устройство ученые иллюстрируют чертежами, в которых показаны схемы почвенного разреза после прохода машины, конструктивную схему и посевную секцию. Исходя из данного исследования ученые указывают на хорошие показатели поверхностного способа, используя данную машину.

Анализ современной и зарубежной литературы по эффективности приёмов коренного и поверхностного улучшения природных кормовых угодий показывают, что поверхностное улучшение является ресурсосберегающим способом, а коренное улучшение энергозатратный и трудоемкий способ. Несомненно, что перед улучшением кормовых угодий проводится анализ местности и выбор способа омоложения. Исходя из литературы можно сделать вывод, что в настоящее время используют

упрощенные способы омоложения угодий с комбинированными агрегатами и совмещении работ.

1.4. Продуктивность и долголетие старовозрастных сенокосов и пастбищ

Старовозрастные сенокосы и пастбища на территории РФ располагаются в разных климатических зонах, соответственно могут иметь большую разность в растительном покрове, урожайности, почве и качестве получаемого с ним корма. Таким образом, располагаясь на одной и той же местности с одинаковым по составу растений, кормовые угодья имеют разную продуктивность и долголетие вследствие различной интенсивности их использования. Продуктивное долголетие травостоев зависит от определенных условий: верно подобранная система удобрения, режимы скашивания, климатические условия произрастания, эколого-ценотическая активность.

Лазарев Н.Н., А. Д. Прудников, Е. М. Куренкова, А. М. Стародубцева (2017) в своих работах указывают, что продуктивность обеспечивается благодаря специализированным органам размножения и это надземные побеги, а также корневища. Высокие урожаи в течение нескольких лет дают злаковые травы такие, как кострец безостый (*Bromus inermis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*), двукосточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea*), бекмания обыкновенная (*Beckmannia eruciformis*). У бобовых культур есть представители корневищных, которые обеспечивают продуктивное долголетие, и оно может превышать десяти лет и более козлятник восточный (*Galega orientalis*).

Разнообразие видов способствует продуктивности и долголетию травостоев, в связи с тем, что каждое растение обладает своими особенностями и способствуют обогащению почву. Помимо правильного подобранного состава растения, старовозрастные травостои нуждаются в регулярности применения удобрений.

Шельменкина Х. Х. (2018) выполняет исследование, которое было заложено в 1971 году. И за многие годы изучения травостоев исследователь указывает на систематизированность применения минеральных удобрений, которое позволило обеспечить долголетие травостоев исследования, сохранению ботанического состава и продуктивности. По результатам работ сено характеризуется хорошим содержанием сырого протеина до 12,7%, а количество сырой клетчатки обеспечивает требованию стандартов 1 класса качества, кормовая масса содержит высокую питательность.

Для сохранения долголетия на пастбищах и сенокосах необходимо соблюдать правильное планирование пастбищно-сенокосной ротации, которая позволяет сберечь ресурсы почвы и избежать раннего истощения. Естественно, помимо отдыха и восстановления почвы имеет важность условия агроландшафта.

Д. А. Иванов, В. А. Тюлин, О. В. Карасева (2012) в своем исследовании указывают на влияние агроландшафтных условий на долголетие старовозрастных травостоев. За 12 лет жизни пятикомпонентный травостой изменился и продуктивность травостоя варьировалась из-за нестабильности агроклиматической обстановки. Исследователи рекомендуют выбирать разные позиции ландшафта, и размещать на верхних и нижних частях склонов рельефа.

Исходя из вышеуказанного, структурированный уход за травостоем позволит обеспечить долголетие и продуктивность травостоев. Ученые также отмечают в своих работах о соблюдении поверхностного и коренного улучшения и уход за водно-воздушным режимом дернины. В своей работе Измайлов А. Ю. (2014) объясняет технологию, которая предусматривает до пяти уровней воздействия на многолетние травы, взяв за основу аэрацию и влагонакопления.

Обзор отечественной и зарубежной литературы показывает, что долголетие трав на сенокосах и пастбищах зависит от правильного ухода и его

использования, условий агроландшафта, режимов скашивания травостоев, удобрения и орошения. В зависимости от состояния травостоя используют поверхностное или коренное улучшение, что дает дополнительное долголетие трав.

1.5. Эффективность подсева трав, техника подсева и приживаемость трав при подсеве в дернину

Подсев трав является необходимым инструментом для укрепления лугопастбищных угодий. Целесообразно в определённые периоды жизни травостоя осуществлять подсев ценных трав в дернину. По практике ученые рекомендуют высевать бобовые и злаковые травосмеси, сочетая подсев с внесением удобрений. Данный прием в виде внесения минеральных удобрений оказывает положительное влияние на приживаемость всходов подсеянных трав в сформированном многолетнем травостое.

К одним из главных мероприятий по уходу за угодьями относится подсев трав, причем этот метод является эффективным для многих видов лугов и пастбищ. Основной задачей данного подсева является возобновление старого угодья и обеспечение ценных видов трав в травостое. Метод подсева позволяет добиться эффективного и тесного контакта между почвой и семенами. Ученые используют травосмеси, прошедшие испытания, и высевают ценные сорта.

Лазарев Н.Н., Кремин В.В., Виноградов Е.С., (2008) отмечают, что при минимальных затратах материально-технических ресурсов, подсев трав позволяет эффективно сохранять кормовую площадь и увеличивать урожайность угодья. Подсев трав в дернину популярен у иностранных ученых и проводится без механической обработки почвы, что дает высокую популярность методу об это указывает Triplett G.B.J., Dick W.A., (2008).

Джон Гурецки и другие зарубежные учёные (2004) утверждают, что положение ландшафта влияет на укоренение и развитие бобовых культур на

лугопастбищных угодьях. В связи с этим они провели исследование для того, чтобы определить роль всходов и выживаемости бобовых культур на вершинах и склонах. В их опыте они высевали смесь, состоящую из красного клевера (*Trifolium pratense* L.), люцерны (*Medicago sativa* L.) и лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) Всхожесть и выживаемость бобовых, снижались по мере увеличения высоты дернины и азотного удобрения, но происходило взаимодействие с положением ландшафта. Полученные результаты показывают, что приживаемость культур ограничивает укоренение бобовых на вершинных позициях пастбищ. Укоренение бобовых успешно идет на обратных склонах из-за меньшей конкуренции со стороны других видов трав. Учёные рекомендуют подсеивать бобовые и не вносить азотные удобрения, и снизить конкуренцию трав перед посевом бобовых на пастбищах.

Не только зарубежные ученые изучают подсев бобовых культур и их эффективность, но наши отечественные ученые. Лазарев Н.Н. и Авдеев С. М. (2018), в своей работе по эффективности подсева люцерны изменчивой и клевера лугового в старосеянный травостой указывают, что, подсев трав обеспечил в первые три года формирование повышенного количества бобового компонента и повышение урожайности. При этом исследователи установили, что клевер луговой сохранялся в течение трех лет, а люцерна изменчивая до шести лет в травостое.

Кутузова А. А., Привалова К. Н. (2012) указывают в своей работе, что на старовозрастных травостоях эффективно применять подсев трав и осуществлять его с применением азотных удобрений. Приём подсева трав в дернину необходимо усовершенствовать, что способствует гарантии высокой приживаемости всходов.

Система подсева трав в луговодстве включает в себя современные машинные технологии и адаптированную технику с multifunctional техническими средствами. Поверхностное улучшение происходит путем

комбинирования машин, и для полосного подсева травосмесей из бобово-злаковых компонентов в дернину при малых затратах энергии. Благодаря уменьшению затрат, обеспечивается экономия в половину для минеральных удобрений анализируют Измайлов, А. Ю., Лобачевский, Я. П., и др. (2017).

Эффективность техники подсева трав в дернину соблюдается при использовании специальных сеялок, которые позволяют обеспечить полосный или бороздковый подсев указывают ученые Sato K., Inoue K., Nashiki M. et al., (1990). Если рассматривать подсев трав за рубежом, то часто используются специальные сеялки для подсева трав дернину Leonard W.F. (1984). В России применяется техника для подсева фрезерного типа такие, как: СДК-2,8, МПТД-3,8 и МД-3,6. Технология заключается в том, что они фрезеруют полосы и в них подсеваются семена трав. Благодаря такому способу посева обеспечивается точная заделка семян на нужную глубину, а в полосах уменьшается конкуренция всходов со старовозрастными растениями указывают в своих работах Зотов А.А., Осипов В.Т. (1997).

Исходя из проанализированной литературы подсев трав считается эффективным, если доля подсеянных трав составляет больше 30 % массы урожая. В различных исследованиях встречается и плохая всхожесть, она может указывать на высокую конкурентоспособность и изменчивый водный режим в самом верхнем слое почвы.

Кутузова А.А., Привалова К.Н., Зотов А.А. (1990) указывают, что ботанический состав травостоя напрямую влияет на приживаемость подсеянных трав. Отмечают ученые, что в травостоях, где присутствует, ежа сборная и кострец безостый, плохо укореняются молодые посевы в виду активности данных видов.

Подсеянные травы хорошо прорастают и развиваются благодаря укоренению, помимо этого, необходимо, чтобы сорта имели адаптированность к неблагоприятным условиям внешней среды Jung G.A. et al., (1996). Исследователи Gettle R.M., George J.R. (1996) отмечают, что предпочтение

отдают видам, которые прекрасно укореняются, а это клевер луговой. Также стоит отметить, что срок для подсева трав может различаться, например: клевер луговой лучше подсеивать весной, а для лядвенца рогатого лучший период - осень.

Таким образом, эффективность подсева трав в дернину старовозрастных травостоев находится в прямой зависимости от многих факторов, как экзогенного и эндогенного характера. Ботанический состав улучшаемого травостоя, густота, химический состав почвы имеет влияние на укоренение подсеянных видов трав. В нашей стране с учетом масштаба и площадей сельскохозяйственных угодий возможно возрождение старосеяных травостоев, без уничтожения старой дернины, с учётом внедрения современных и эффективных способов подсева трав в дернину.

1.6. Консервация земель и способы улучшения травостоев залежных земель

Консервация земель и разработанные современные технологии, позволяют сберечь площади сельскохозяйственных угодий и предотвратить зарастание зарослями и кустарниками.

Научные исследования ВНИИ кормов, и других институтов указывают на освоение площадей под пастбища и сенокосы, тем самым есть вероятность сохранения с.х. площадей (Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Кузнецов А.В., 2007). По данным ФАО процесс способа улучшения травостоев залежных земель происходит во многих странах мира. В некоторых государствах приняты программы консервации земель, в связи с этим данным проблема актуальна для многих развитых стран.

В России процесс консервации земель, выбившей из оборота пашни применяется для сохранения и охраны земель. С учетом принятых законодательных актов создают залужение и обрабатывают почву, а также применяют химические препараты. Цель консервации земель является

формирование равномерного использования земель и сохранение ресурса сельского хозяйства.

Консервация земель и способы улучшения травостоя детерминируются от рельефа территории, уклонов местности, типа почвы и износостойкости. Исходя из данных характеристик предпринимаются мероприятия по улучшению земель. Благодаря таким мероприятиям повышается плодородие земель и улучшается экологическая обстановка рельефа. Контроль этих мероприятий является важной задачей для аграриев, с помощью чего можно обеспечить эффективность с.х. производства и экологичность земель и их использования.

Брыжко В.Г. (2019) описывает мероприятия по консервации земель это: изучение и обследование территории, создание плана мероприятий, подбор многолетних трав и их сев, уход за травостоем, проведение сенокоса и уборка сена, мульчирование почвы, мониторинг состояния консервированных земель, удаление появившихся сорных растений. Помимо мероприятий Брыжко В.Г. указывает на важность совокупность действий по устранению деградации земель на прилегающих угодьях. В данном случае происходит устранения источника загрязнений, тем самым останавливается процесс негативного воздействия на землю.

Исследователи проводят опыты с освоением выбывших из оборота земель. Так, например, Кутузова А.А., Алтунин Д.А. (2009) в своем опыте указывают на то, что можно получить с 1 га продуктивность 2,6 и 2,9 тыс. корм. ед. без внесения удобрений. При этом такую продуктивность ученые получили на бобово-злаковых и злаковых травостоях. Соответственно, при подкормке комплексного удобрения, которое содержит в своём составе три компонента продуктивность составила 3,6 и 4,0 тыс.корм.ед. Исследователи отмечают, что сохраняются от негативных последствий земельные угодья и повышается плодородие почвы.

Учёные проводят наблюдения и эксперименты с разными видами

культур для улучшения деградированных земель. Так, например, козлятник восточный (лат. *Galega orientalis* Lam.) рекомендуют использовать при консервации земли, в связи с тем, что он не требователен к плодородию почв и может сохраняться в пашне в течение 10 лет (Лазарев Н. Н., Зубков Ф. В., Бойцова А. Ю., Куренкова Е. М., Кухаренкова О. В, 2023). Клевер ползучий (лат. *Trifolium repens*) и люцерна изменчивая (лат. *Medicago polymorpha*) используется при создании сеяных травостоев. Наибольшие площади в мире приходится на данные виды растений (Лазарев Н.Н., 2011).

Один из способов улучшения травостоев залежных земель — это многовариантные технологии (Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Трофимов И.А. и др., 2005). В данном способе рассматривается исходный тип травостоя с наличием семян в почве ценных видов растений и при отсутствии запаса семян в почве. Благодаря самозарастанию и исходной базе семян в почве можно сформировать продуктивный фитоценоз, который даст 3,3 тыс. корм, ед./га за первые три года пользования. Также рассматривается вариант, когда в почве нет семян, исходя из этого создают бобово-злаковые травостои, где бобовым компонентом служит клевер ползучий, или сеют только злаковые это тимopheевку с овсяницей луговой. Изучение многовариантных приёмов, проведенное во ВНИИК (Кутузова А.А., 2004) позволяют проводить эффективные технологии для консервации. Но при данной технологии влияние на продуктивность полевых культур при возвращении их в пашню не изучено.

Закключение по разделу консервации земель и способы улучшения травостоев залежных земель дает основание того, что земли, выбывшие из оборота, осваиваются и имеется заинтересованность на уровне государства. На законодательном уровне имеется Федеральный закон «О внесении изменений в законодательные акты Российской федерации в части совершенствования оборота земель сельскохозяйственного назначения». К сожалению, не многие сельскохозяйственные предприятия имеют

финансовую возможность на проведение консервации земель. В связи с этим, ученые работают над разработкой малозатратных технологий, а также эффективных способов улучшения травостоев залежных земель.

1.7. Долголетие трав при различных режимах использования травостоев и внесении удобрений

От режима использования травостоя зависит продуктивное долголетие трав и их видовой состав. Важна правильность и закономерность в режимах скашивания и внесения удобрений. Различают одноукосное, двухукосное и многоукосное использование травостоев. В зависимости от цели меняется количество скашивания травостоя. Установлена корреляция, что при минимальном обеспечении питательных веществ растений, скашивание снижает устойчивость видового состава к неблагоприятным условиям, а также способности к фенологическим этапам развития растений.

Ларин И.В., 1956 указывал на разный темп развития растений в течение их вегетационного периода. В связи с этим в практике используют виды с различным темпом спелости, благодаря чему обеспечивается продуктивность и питательность травостоев.

Отмечено (Р. Weselowski, 1978), что отдельные виды трав не одинаково реагируют на частоту скашивания и не все травы выдерживают интенсивность. У многолетних культур таких как, ежа сборная и мятлик луговой с ранней вегетацией происходит активное формирование даже при увеличении числа укосов, при том позднеспелые виды кострец безостый могут поддаваться выпадению из травостоя (Андреев Н.Г., 1974). Режимы скашивания значительно влияют на конкурентоспособность растений в травостое. Верховые виды трав при частом скашивании могут вытесняться низовыми видами. (Работнов Т.А., 1974).

В опыте, заложенном 1994 году (Мееровский А. С., Брель С. Н., Мишук Е. М., 2009) изучены режимы использования и продуктивное долголетие

луговых травостоев. Учёные исследовали следующие режимы использования: двухукосное использование, трехукосное использование, стравливание и обсеменение травостоя. Благодаря долголетнему изучению установлено, что урожайность луговых травостоев возрастает при различных режимах использования. Отрастание трав в весенний период зависит от режима использования в предыдущем году. При этом урожай сухого вещества больше при двухукосном использовании.

Другие исследователи также отмечают, что при 2-укосном режиме использования травостоев выходит наибольший урожай сухого вещества (Тюлин В.А., 1985; Куделин Б.П., 1988; Тюльдюков В.А., Прудников А.Д., 1992), при этом более продуктивным считается трех и четырех укосное скашивание (Ольдер Х. М., 1984; Куделин Б.П., 1988).

В современных исследованиях (Жезмер Н.В., 2020) ВНИИ кормов в 2016-2018 гг. тоже изучалось долголетие при 2-укосном и 3-укосном режиме скашивания. Пришли к результатам, что при 3-укосном использовании травостой пригоден для создания сенажа и сена, а при 2-укосном режиме по показателям качество продукции было ниже, при этом несомненно выше 1-укосного режима скашивания.

Ученые во многих своих исследованиях указывают на эффективность долголетие травостоев с помощью внесения удобрений. На злаковых травостоях при многоукосном режиме скашивания долголетие сохраняется счёт высоких дозировок азотного удобрения. При частом скашивании наблюдается замедление пополнения углеводов и это приводит к уменьшению продуктивности трав (Якушев Д.В., 2002)

Исследуется влияние удобрений на плодородие почвы, (Привалова, К. Н., 2022) описывает длительный опыт, который заложен в 1946 году и проводится в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». На протяжении длительного применения удобрений наблюдается изменение агрохимических показателей почвы. В течении всего опыта сохранились такие злаковые виды: лисохвост

луговой и мятлик луговой на фоне удобрений NPK. Сформировались и бобово-злаковые травостой, бобовый компонент клевер ползучий на фоне фосфорно-калийных удобрений. Энергетический потенциал за 75 лет увеличился на 45%, эффективность внесения удобрений сохранилась на протяжении всего времени исследования.

Бобовые травы способны за счет азотофиксации обеспечивать себе необходимое количество азота, то в случае злаковых компонентов азотные удобрения являются важным фактором длительности данного травостоя (Панферов Н.В., Васильев М.В., 2003; Жезмер Н.В., 2009). Поддержание урожайности и сохранение качества состава кормов также зависит от чередования сроков скашивания травостоев. Помимо этого, стоит отметить важность внесения удобрений при 3-укосном режиме использования (Донских, Н. А, 1998).

Таким образом, долголетие трав при различных режимах использования травостоев и внесении удобрений оказывает влияние на различные виды трав в травосмесях, их конкурентоспособность, урожай сухого вещества и продуктивность кормового качества.

1.8. Качество получаемых травяных кормов в зависимости от режимов использования травостоев, состава травостоев и азотных удобрений

Качество получаемых травяных кормов должно соответствовать характеристикам требований стандартов, который распространяется на комбикорма-концентраты для выращивания и откорма крупного рогатого скота (ГОСТ 9268-2015).

Соответственно исходя из цели выращивания травяных кормов, качество должно быть по стандартам ГОСТ. Существуют факторы, которые способствуют повышению качества кормов. Несомненно, от уровня азотных удобрений, режимов использования травостоев и состава травостоев зависит качество кормов.

Необходимо соблюдать сроки скашивания трав и технологию заготовки кормов. Нарушение данных процессов может привести к низкому показателю энергии, каротина в сухом веществе и сырого протеина в травяных кормах. В состав травостоя необходимо включать бобовые травы, т.к. содержание протеина в 2-3 раза больше, чем в злаковых компонентах (Разумовский Н.П.,2018).

По статистическим данным для кормовых целей при укосном использовании высевается люцерна посевная, а для пастбищного клевер ползучий (Laidlaw A. S., Teuber N.,2001). Использование в посевах данных видов культур способствует улучшению качества и продуктивности кормов.

В опыте (Донских, Н. А, 1998) проведена оценка злаковых и бобовых травостоев. Отмечено, что ботанический состав влияет на качество кормовых трав. Посевы, состоящие из костреца безостого, ежи сборной и тимopheевки луговой дают питательность только при ранних сроках скашивания. Например, содержание сырого протеина 11% - тимopheевка луговая и 15,5 %-ежа сборная. При поздних сроках скашивания показатели сырого протеина варьировались 5,7-6,3 %. Бобовые компоненты характеризовались высоким содержанием сырого протеина: люцерна посевная – 14,8%, клевер луговой-13,5%, козлятник восточный от 13%, астрагал эспарцетовый-16%. Данная сравнительная характеристика свидетельствует о том, что бобовые травостои превышают злаковые по сбору сырого протеина. Несомненно, правильный подбор состава трав дает возможность получать продуктивный травостой и способствовать ресурсосберегающему обеспечению кормовых трав.

Нередко ученые указывают на перспективность возделывания клевера гибридного. По практическому опыту, популярные бобовые культуры как, клевер луговой и люцерна остаются в лидерах по выбору для посева и подсева. Но (Б. В. Шелюто,2016) отмечает, что клевер гибридный (лат. *Trifolium hybridum*) по своим показателям устойчив к кислым почвам и избыточной влажности в почве. В процессе заготовки сена клевер гибридный оказывает

преимущество тем, что меньше всего обламываются листья, чем у остальных культур. Такая причина установлена благодаря тому, что листья держатся на черешках клевера гибридного. Исследователи (Зайцева М. М., 2022; Е. И. Чекель, В. В. Суходольская, Л. В. Дервояд, 2007) рекомендуют клевер гибридный выкармливать животным в составе травосмеси или дополнительно с другими кормами, т.к. он имеет горьковатый вкус. В связи с этим клевер гибридный высевают в травосмеси со злаковыми травами и с клевером луговым, чтобы изменить вкусовые качества продукции и увеличить продуктивность корма.

В опыте (Запивалов С. А., 2021) была проанализирована разница верховых и низовых типов фитоценозов. В низовом типе травостоя сырой протеин в корме был больше, чем в верховом типе травостоев. Отмечена корреляция между бобовыми видами и содержанием сырого протеина в кормах. Также установлено, что высокое качество корма получено в травостоях низовых злаков и содержанием бобовых компонентов.

В своем тринадцелетнем исследовании (Привалова К. Н., 2021), в котором изучалось качество корма в зависимости от состава травостоя указано, что разновозрастные травостои, состоящие из бобово-злаковых компонентов, характеризовались высоким уровнем протеина 128-140 г в 1 к.ед. и энергетическим показателем 10,5 МДж ОЭ в 1 кг СВ. Ученые отмечают, что показатели высоки, потому что было в составе больше бобовых компонентов. А также пришли к выводу, что при верном выборе сортов многолетних трав и планирование скашивания и внесения удобрений сохраняется ценный ботанический состав и высокое качество корма.

На улучшение качества корма оказывает влияние применение удобрений, помимо этого, можно повысить плодородие почвы и снизить затраты на уход за травостоем.

Качество корма зависит от ряда факторов это от состава и выбора сорта растений, срока скашивания и внесения удобрений (Тюлин В. А., 1996).

Можно получать хороший урожай трав и качества корма при внесении удобрений это отмечается в длительных полевых опытах (Зотов А.А., 2002; Тебердиев Д.М., Кулаков В.А., Привалова К.Н. и др., 2002).

Дозировка удобрений должна устанавливаться исходя из состава травостоев, режимов использования и химического состава почвы. Часто используемые удобрения — это азот, фосфор и калий (N:P:K). Если в травостоях содержатся до 50% бобовых компонентов, то азотные удобрения не дадут повышения урожая, в связи с этим их не применяют. Для бобово-злаковых травостоев подходит соотношение N:P:K(1,5:1:2). Если рассматривать только злаковые компоненты, то азотные удобрения оказывают существенное влияние на повышение урожая и качество корма, и подходящее соотношение удобрений N:P:K(3:1:1,5) (Лазарев, Н. Н., Михалев С. С., 2020).

В опыте (Лазарев Н. Н., Дмитриевская И. И., Куренкова Е. М., Костикова Т. В., 2013) оценивался химический состав и качество кормов в зависимости от режимов скашивания. Результаты опыта указывают, что при 2-ом скашивании травостоев показатели сырого протеина были недостаточными и варьировались от 9 до 15 %, при 3-ом использовании получали зеленый корм с высоким содержанием сырого протеина от 16 до 17 %. Также содержание в травосмесях бобовых компонентов (люцерны изменчивой и клевера ползучего) дали высокий показатель сырого протеина и кальция до 82 %, тем самым данные травостои превышали показатели одновидовых посевов. Исходя из этого можно сделать вывод, что трехкратный режим использования, имеющий в составе бобовые компоненты, даёт большие характеристики по качеству корма, при этом требуется внесение азотных удобрений, если это будут злаковые травостои.

Исследователи (Тебердиев Д. М., Родионова А. В., 2015) изучали многолетние сенокосы начиная с 1946 года, в опыте были травосмеси, состоящие из мятлика лугового, тимopheевки луговой, овсяницы луговой, клевера ползучего и лугового, лисохвоста лугового, костреца безостого. В

ходе долголетнего исследования эффективности удобрений установлено, что применение верной дозировки удобрений позволяет сохранить продуктивность и долголетие травостоев. Ученые рекомендуют применять более 90 кг/га минерального удобрения в комплексе с азотом. Благодаря такой дозировке обеспечивается высокая урожайность и качество корма.

По результатам анализа (Мёрзлая Г.Е, 2006), в России ежегодно можно использовать не менее 1 млн т отходов (ОСВ и компостов) для удобрения почв. Это улучшит окружающую среду и дополнительно даст 50–70 кг кормовых единиц на 1 т удобрений.

Исходя из всех вышеперечисленных исследований, мы приходим к выводу, что результат применения азотных удобрений на качество кормов существенен. Необходимо подбирать нужную дозировку из определённого количества характеристик, к тому же учитывать состав травостоя.

Качество получаемых травяных кормов также зависит от режимов использования травостоев. В некоторых исследованиях (Донских Н. А., 1998) указано, что на ухудшение качества и урожая трав влияет скашивание трав в одной фазе развития. За короткий промежуток времени растение не успевает накопить питательные и пластические вещества.

Например, во многих источниках указано, что есть культуры, для которых имеет важность очередность сроков скашивания и влияет на качество получаемого сырья. Люцерну скашивают, чередуя поздние и ранние сроки укосов. (Посыпанов Г.С., Чернов Б.А., Трепачев Е.П., 1986; Русько Н.П., Аттина Н.Ф., 1992).

В зарубежных источниках литературы существуют практичные опыты, где режим скашивания травостоев не сильно влиял на качество получаемого корма, а также урожай сухого вещества (Sheaffer C.C., Martin, N.P., Lamb, J.F.S., Cuomo, G.R., 2000).

Китайские ученые в своем 27-ем исследовании, где проводилось четыре режима кошения. Схема скашивания была такая один раз в год, два раз в год,

два раза в три года, и один раз в два года. Результаты длительного опыта показали, что несмотря на изменение климата и погодных условий качество корма была высокая при скашивании один раз в год. Остальные схемы скашивания давали хорошую урожайность, но качество травостоя терялось (Baoyin T. et al, 2014).

Скашивание травостоев приводит к более высокому качеству корма в сравнении с выпасом скота, к такому результату приходит ученый в своем 19-ем эксперименте (Klara Kajzrova, 2022). Также исследование показало, что долгосрочные меры по уходу за травостоем оказывают положительное влияние на качество корма.

Исходя из вышеизложенного, мы можем сделать вывод, что качество получаемых травяных кормов зависит от режимов использования травостоев. В зарубежной и российской научной литературе освещен вопрос влияние режимов скашивания на качества кормов.

Естественно, имеет важную роль подбор видов трав, которые отвечают адаптивности к зональному выбору участка, уход за травостоями, применений удобрений, подсев трав. Все исследователи отмечают, что азот не только улучшает качество корма, но и способствует продлению продуктивного долголетия травостоев. Из изученного объема литературы нет единого мнения по влиянию частоты скашивания на качество корма, но при этом в каждом исследовании указываются выводы и предложения по режим использования травостоев. Концентрация обменной энергии, сырого протеина в сухом веществе в корме возрастает при увеличении кратности использования травостоев.

1.9. Изменение плодородия почв при длительном использовании злаковых и бобово-злаковых травостоев

Многолетние травы при длительном использовании оказывают влияние на почвенную среду, на плодородие почвы, на кислотность и состав почвы.

Все эти изменения происходят благодаря разложению растительных остатков и формированию корневой массы (Федорова Л. Д., Гудков В. В., 1982).

Продуктивность сенокосов и плодородие почвы при долголетнем использовании злаковых и бобово-злаковых травостоев можно добиться за счёт правильного подбора вида трав, применения минеральных и органических удобрений, а также оптимизации агротехники (Панферов Н. В., 2003, Кулаков В. А., Седова Е. Г., 2012, Тебердиев Д. М., Кулаков В. А., Родионова А. В., 2013).

Кислотность почв влияет на её плодородие. При повышенной кислотности происходит снижения плодородия почвы, а также к снижению приводит не эффективное внесение удобрений (Донских, Н. А, 1998).

Привалова К. Н., 2018 в своём 19-летнем исследовании изучала динамику плодородия почвы. Она отмечает, что в бобово-злаковых травостоях содержание фосфора кальция в корнях и в надземной массе намного больше, чем в злаковых травостоях. Изменения плодородия почвы характеризовались тем, что кислотность почвы из нейтральной стала среднекислой. Ученый связывает это с тем, что происходил вынос карбоната кальция вместе с урожаем трав, а также в опыте были применены минеральные удобрения суперфосфат, хлористый калий и аммиачная селитра. Гумус на злаковом травостое увеличился с 2,05% до 2,70% и бобово-злаковом травостое увеличился 2,09% до 2,89%. Благодаря долголетнему использованию разновозрастных травостоев удалось прийти к сформированной дернине и увеличить показатели плодородия почвы.

В своём научном опыте (Лазарев Н. Н., Авдеев, С. М., Демина, Л. Ю., Яцкова, В. Г., 2011) установили, что злаковые и бобовые компоненты не сильно отличались содержанием фосфора в надземной массе. При этом бобово-злаковые травосмеси не приводят к уменьшению подвижного фосфора. Бобовые травы повлияли на снижения уровня R_{nKCl} до 5,45, наибольшее содержание кислотности выявлено при внесении азота на

злаковые компоненты. Учёные обратили внимание на то, что кислотность почвы увеличивалась при внесении кислой аммиачной селитры, соответственно внесения удобрения повлияли на окисляемость почвенного слоя.

Несомненно, бобовые травы влияют на изменения плодородия почвы и на процессы жизнедеятельности почвенных организмов. Благодаря бобовым компонентам происходит насыщение азотом и органическими веществами. Длительный опыт (Василенко Р. Н., 2017) выявил, что злаковые травостои не смогли обеспечить плодородие почвы. Бобово-злаковые травосмеси повлияли на изменения плодородия почвы благодаря накоплению симбиотического азота.

В длительном исследовании (Донских, Н. А., 1998), где были использованы бобовые и злаковые виды накопление биологического азота, увеличивалось с годами у козлятника восточного и люцерны посевной. Оценка биологической активности составляла у козлятника восточного 195 и 225 кг, а у люцерны посевной 264 и 245 кг. Данные показатели указывают на положительную динамику почвенного плодородия бобовых видов. Учёный пришел к выводу, что при длительности использования травостоев происходит повышение качественных показателей почвы.

В длительном исследовании свыше 70 лет при длительном использовании травостоев наблюдалось изменение почвенного плодородия, а именно увеличение гумуса и азота соответственно на 25/49 и 21/35%. Авторы отмечают, что благодаря дерновому процессу произошло воспроизводство плодородия (Привалова К. Н., Алтунин Д. А., Каримов Р. Р., 2018).

Накопление корневой массы многолетних трав приводит к эффективности экологической и экономической, а также обуславливает возобновление почвенного плодородия (Тебердиев Д.М., Родионова А.В., Запивалов С.А., 2020; Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., 2022).

Важность злаковых трав для лугового земледелия неоспорима, и их ценность несравнима с другими видами трав. Но современное луговодство и кормопроизводство предполагает качественное сырье и улучшения плодородия почвы. В связи с этим добавление в травостой бобовых трав воспроизводит плодородие почвы, сохраняет баланс гумуса, улучшает структуру почвы, а также насыщает полезными питательными элементами (Веренич А. Ф., Тыновец С. В., Камельчук Я. С., 2013).

Введение бобово-злаковых травосмесей обеспечивает возможность повышения плодородия почвы. В опыте (Капсамун А. Д., Павлючик, Е. Н., Иванова, Н. Н., Юлдашев, К. С., Силина, О. С., 2017) исследователи отмечают, что помимо обогащения почвы бобово-злаковые травостой стали источником растительного белка и энергии для кормового продовольствия.

Бобовые виды имеют особую важную роль для луговодства. При добавлении бобовых видов в травостой происходит в почве азотификация, которая позволяет сэкономить на элементах питания и улучшить их показатели. Благодаря бобовым компонентам улучшается качество корма, а также происходит влияние на плодородие почвы. В 13-летнем исследовании произошло изменение в плодородие почвы. Отмечается увеличение гумуса с 1,90% до 2,3%, содержание азота в гумусе после бобово-злакового травостоя составил 6,5 % (Кутузова А. А., 2014).

Анализ научной литературы показывает, что при длительном использовании злаковых и бобово-злаковых травостоев происходит изменения почвенного плодородия. Изменения могут и возобновлять почвенный потенциал, а также не приводить к негативным последствиям структуры почвы. Благодаря правильным агротехническим приёмам, подбору трав, а также эффективному применению удобрений.

1.10. Экономическая и агроэнергетическая эффективность улучшения травостоев сенокосов

В России с 2024 года меняется господдержка в АПК, которая направлена на увеличение и поддержку животноводства, растениеводства. С учётом господдержки, санкций необходимо расширение животноводческой отрасли и кормовой. Анализируя экономическую отрасль, наблюдается изменение и повышение цен, поэтому необходимо использование ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий.

Для эффективности энергосбережения необходимо создавать травостои длительного использования. Травостои, созданные из злаковых трав благодаря морфологическим данным, обретают долголетие и не нуждаются в перезалужении (Кутузова А. А. Привалова, К. Н., Жезмер, Н. В., 2021).

В опыте (Жезмер, Н. В., 2021) проведена агроэнергетическая оценка долголетних злаковых травостоев для изготовления качественного сенажа. Выявлено, что при сборе с 1 га 59–68 ГДж обменной энергии, затраты окупаются в 2,5/3 раза. Экономятся энергетические вложения при 27-летнем использовании, благодаря выбору злаковых видов трав и особенностей их морфологии это лисохвост луговой, двукисточник тростниковый, кострец безостый.

Высокая энергетическая питательность является необходимым фактором для получения кормов высокого качества. (Донских Н. А., 1998) установлено, что при внесении минерального азота на злаковых видах трав на выходе получают высокую урожайность, а также содержание обменной энергии. Автор оценивалось применение на злаковом травостое различных дозировок удобрений. Экономически эффективным было применение азота при скашивании 2-укосном в дозировке 120 кг/га, а при 3-укосном 180 кг/га, при таком внесении коэффициент энергетической эффективности высокий. Если рассматривать злаковые травостои до энергозатраты возрастают до 95% от энергии, вложенной на все минеральные удобрения. В связи с этим создание бобовых травостоев обеспечивает ресурсосберегающую технологию.

Роль бобово-злаковых луговых травостоев отмечает также автор (Бевз С.Я, 2018) введение бобовых видов трав значительно экономит ресурсы. Учитывая азотофиксацию, происходит уменьшение затрат на внесения удобрений. Солнечная энергия формирует несколько урожаев за сезон и даёт возможность получать качественный корм. Бобово-злаковые травостои универсальны для различных видов кормов. В опыте у автора проведён анализ по энергетическим затратам при различных уровнях вложения. Этот анализ показал, что бобово-злаковые травостои эффективнее возделывать и осуществлять уход за ними, с целью повышения плодородия почвы, увеличение производства кормов и улучшение их качества.

В связи с процессом развития кормопроизводства происходит влияние на устойчивость агроэкосистем. Поэтому необходимо осуществлять чёткий контроль над каждым процессом и показателями агропродукции, а также определять факторы, нарушающие равновесие в агроэкосистеме (Кутузова А. А. Зотов, А. А., Францева, А. А., Щербаков, М. Ф., Ахламова, Н. М., 1996).

По мнению (Лазарев Н. Н., 2005) достичь рациональных методов улучшения кормовых угодий можно благодаря энергетической оценки и экономической эффективности, которая позволяет прийти к наименьшим затратам и поддержанию фитоценозов на высоких показателях. Улучшение сенокосов и пастбищ требует определённых операций, которые затрачивают различные ресурсы. Поэтому в современных реалиях эффективно улучшать травостои с наименьшим использованием агротехники, а также комплексными агрегатами залужения. Эффективно улучшают старовозрастные сенокосы и травостои путём подсева трав в дернину.

Агроэнергетическая оценка эффективности улучшения травостоев, где в составе была люцерна изменчивая показала, что затраты окупились сбором обменной энергии АК 625–685 %. Такой показатель получен благодаря возобновляем факторам это запас влаги, элементы питания и плодородия почвы, солнечной энергии, морфологической способности травостоев в

течение 5-7 лет без не перезалужаться. (Кутузова А. А.,2014).

В современных условиях экономика и стоимость товаров является первоочередным фактором при выборе сельскохозяйственных культур, для создания экономически эффективных травостоях (Яцкова В. Г.,2010).

Анализ литературы по экономической и агроэнергетической эффективности улучшения травостоев показывает, что каждый учёный и исследователь исходя из своей цели выбирает эффективное создание или улучшение травостоев. Также в источниках литературы указывается, что поверхностное и коренное улучшения являются экономически выгодными мероприятиями, если учитывать комбинированную агротехнику и приемы улучшения травостоев. При создании важен правильный подбор видов трав, который позволит уменьшить затраты на уход за агрофитоценозами.

Обзор литературы по эффективности улучшения старовозрастных сенокосов и травостоев залежных земель подсевом многолетних бобовых трав в дернину обобщает актуальность и новизну данной работы. Подсев требует энергетических затрат, но при этом эти затраты экономически эффективны. В России проведено не так много полевых исследований по теме моей научной работы. Поэтому необходимо научное обоснование и эффективные способы улучшения старовозрастных сеяных лугов различного ботанического состава и травостоев залежных земель подсевом бобовых трав в дернину.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Схема опыта и методика проведения исследования

Исследование по теме научного исследования проводились в трёх полевых опытах.

Опыт 1. «Эффективность улучшения старовозрастных сенокосов подсевом многолетних бобовых трав в дернину» проводился в 2019–2025 годах. Месторасположение научного опыта: Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Опыт был заложен в 1996 году сотрудниками кафедры растениеводства и луговых экосистем под руководством профессора Н.Н. Лазарева. В исследовании изучалось два фактора: режим скашивания и различные бобово-злаковые травосмеси. Способ размещения вариантов в опыте рандомизированные повторения. Площадь опытной делянки 25 м², повторность четырехкратная. Ежегодно травостой скашивали по два и три раза за сезон.

Варианты опыта:

1. Кострец безостый сорт Моршанский 760 + тимофеевка луговая сорт ВИК 85, без внесения азотных удобрений
2. Тимофеевка луговая + кострец безостый с внесением азотных удобрений в дозе N₉₀
3. Клевер ползучий сорт ВИК 70
4. Люцерна изменчивая сорт Селена
5. Клевер луговой сорт ВИК 7
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88
7. Клевер ползучий сорт ВИК 70 + кострец безостый + тимофеевка луговая
8. Клевер луговой ВИК 70 + кострец безостый + тимофеевка луговая
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + кострец безостый + тимофеевка луговая
10. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88+кострец безостый +

тимофеевка луговая.

В 2020 году был проведен подсев бобовых трав: клевера лугового сорт Марс (7 кг/га), клевера ползучего сорт ВИК 70 (3 кг/га) и люцерны изменчивой сорт Селена (7 кг/га всхожих семян) с использованием сеялки прямого посева Amazone. Одновидовые травостои клевера лугового и клевера ползучего перезалужали в 2003 и 2006 гг. (таблица 1), а травостой люцерны изменчивой сорт Вега 87 – в 2006 году с заменой на кислотоустойчивый сорт Селена.

Опыт 2. «Улучшение травостоев залежных земель подсевом в дернину козлятника восточного» (2019–2023 гг.) Месторасположение научного опыта: на залежи СПК «Химки» Химкинского района Московской области. Двухфакторный полевой опыт был заложен в 2017 году на 8-летней залежи, в травостое которой доминировал вейник наземный.

При двух сроках подсева (весенний подсев 8 мая и после 1-го укоса 25 июня) изучали 4 варианта:

1. Контроль без подсева
2. Разбросной подсев
3. Разбросной подсев с заделкой семян боронованием
4. Бороздковый подсев

При бороздковом подсеве семена высевали в клиновидные бороздки глубиной 2-2,5 см с междурядьями 35 см. Норма высева козлятника составляла 16 кг/га всхожих семян. Перед подсевом путем боронования была удалена старика и проведена инокуляция семян почвой, взятой с участка, где выращивается козлятник. Площадь опытной делянки 10 м², повторность – четырехкратная. Ежегодно травостои скашивали по два раза за сезон (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., Куренкова Е.М., Кухаренкова О.В., 2022).

Опыт 3. «Влияние удобрений на формирование травостоев вейниковой залежи, улучшенной подсевом козлятника восточного» (2020–2023 гг.). Месторасположение научного опыта: на залежи СПК «Химки» Химкинского

района Московской области. Опыт был заложен в 2020 году. В опыте при двух фонах питания (без внесения удобрений и при дозе $P_{60}K_{120}$, внесенной один раз в 2021 г.) изучали 4 варианта:

- 1.Контроль без подсева
- 2.Разбросной подсев
- 3.Разбросной подсев с заделкой семян боронованием
- 4.Бороздковый подсев.

Подсев выполнен 5 мая 2020 года, норма высева козлятника составляла 16 кг/га всхожих семян. Площадь опытной делянки 12 м², размещение вариантов рандомизированное, повторность опытов четырехкратная. В 2020-2022 гг. применяли одноукосный режим скашивания, в 2023 г. – двухукосный режим (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., Зубков Ф. В Куренкова Е.М., Кухаренкова О.В., 2023).

Таблица 1 – Подсев трав за весь период исследования в опыте 1

Варианты, заложенные в 1996 году	Подсев 2003 год	Подсев 2006 год	Подсев 2020 года
Вариант 3: клевер ползучий сорт ВИК 70	клевер ползучий сорта Нанук	клевер ползучий сорт Нанук	клевер ползучий сорта ВИК 70
Вариант 4: люцерна изменчивая сорт Селена	клевер луговой сорт Марс	люцерна изменчивая сорт Селена	люцерна изменчивая сорт Селена
Вариант 5: клевер луговой сорт ВИК 7	-	клевер луговой сорт Марс	клевер луговой сорт ВИК 7
Вариант 6: люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	-	-	люцерна изменчивая сорт Селена
Вариант 7: клевер ползучий сорт ВИК 70 + кострец безостый + тимофеевка луговая	клевер ползучий сорт Нанук	клевер ползучий сорт Нанук	клевер ползучий сорт ВИК 70
Вариант 8: клевер луговой ВИК 70+кострец безостый + тимофеевка луговая	клевер луговой сорт Марс	люцерна изменчивая сорт Селена	клевер луговой сорт ВИК 7
Вариант 9: люцерна изменчивая сорт Вега 87 + кострец безостый + тимофеевка луговая	-	клевер луговой сорт Марс	люцерна изменчивая сорт Селена

Методика исследования была проведена по традиционным методическим разработкам учёных. Источники литературы включали следующие издания (Методика опытов на сенокосах и пастбищах. – М.: ВНИИК, 1971; Доспехов Б.А. «Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных», 1985 г. 5-ое издание; Методические указания по проведению научных исследований на сенокосах и пастбищах. – М.: ВНИИК, 1996; Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. – М.: ВНИИК, 2000).

В ходе полевых и лабораторных наблюдений проведены следующие учёты и показатели:

- 1) Фенологические наблюдения. В полевом опыте проводили наблюдение по фазам развития трав. Наблюдения бобовых трав по полной бутонизации, началу цветения и полному цветению. При наличии 10% растений – начало фазы, при наличии 75% растений – полная. Необходимость наблюдений для четкого определения укоса трав;
- 2) Плотность травостоев определяли перед началом укосов. Производили подсчёт количества побегов трав на каждой делянке со всех повторностях;
- 3) Высоту растений измеряли перед началом укосов. Измерения проводили при проходе по диагонали каждой делянки со всех повторностях, благодаря лазерному дальномеру SNDWAY SW-M50;
- 4) Урожай зелёной массы определяли путем скашивания трав на учётной площади делянки и взвешивания. Вместе с тем отбирали образцы со всех повторностях, чтобы определить содержание сухого вещества. Отобранные пробы измельчали, перемешивали и в бюксах проводили высушивание в сушильном шкафу, температура 105-107 °С в течение 7-8 часов. Далее по разнице сырой и сухой массы определяли содержание сухого вещества в % соотношении;
- 5) Ботанический состав травостоев определяли перед началом укосов. Отбирали массой 1 кг со всех повторностях, далее отобранные образцы

разбирали по видам растений, взвешивали и вычисляли % соотношение видов трав;

- 6) Образцы на определение кормовой ценности отбирали перед началом укосов. Пробы брали по диагонали в нескольких местах учётной делянки массой около 1 кг со всех повторностях. Полученные образцы высушивали естественным путём, далее эту массу подсушивали в сушильном шкафу при температуре 70°C, далее измельчали в мельнице лабораторной LM-1000. Анализ химического состава и питательности корма проводился благодаря анализатору инфракрасного спектрофотометра SpectraStar XT-R. Содержание обменной энергии в травах определяли по уравнениям регрессии с учетом химического состава, переваримости кормов и энергетических коэффициентов;
- 7) Содержание питательных веществ в пахотном горизонте почвы установили после завершение укосного сезона. Отбирали бурами 20 образцов в слое 0-20 см со всех повторностях. Оценка агрохимического состава почвы включала в себя определение $pH_{\text{сол}}$ (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность (ГОСТ 26212-91), фосфор подвижный (ГОСТ Р 54650-2011), калий подвижный (ГОСТ Р 54650-2011), органическое вещество (ГОСТ 26213-91);
- 8) Массу корней травостоя определяли путем отбора почвы прямоугольными лопатами размером 0,4 м² на глубину 20 см по три с каждой делянки. Образец с почвой предварительно замачивали и отмывали на сите с диаметром отверстий 0,25 мм. После отмывки от корней отделялись посторонние примеси и земля, корни высушивались и взвешивались;
- 9) Твердость почвы (сопротивления пенетрации) определяли с помощью Wile soil compaction tester (пенетромтр). Равномерно надавливали на обе ручки тестера, чтобы стержень и наконечник медленно и равномерно проникали в почву на глубину 76 мм. Индикатор показывал значение тестера. Зеленый сегмент индикатора (0-14 кг/см²) означал благоприятные условия

произрастания;

- 10) Содержание обменной энергии рассчитывали по математической регрессии для крупного рогатого скота, с учетом химического состава, переваримости кормов и энергетических коэффициентов $OЭ = 17,46 \text{ пП} + 31,23 \text{ пЖ} + 13,65 \text{ пК} + 14,78 \text{ пБЭВ}$ (Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. – М.: ВНИИК, 2000);
- 11) Оценка питательности кормов по показателям обменной энергии и кормовых единиц выполнена с использованием расчётных методов (Кутузова А.А., и др., 1995.);
- 12) Агроэнергетическую эффективность улучшения старовозрастных сенокосов и травостоев залежных земель подсевом многолетних бобовых трав рассчитывали по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса.
- 13) Метеорологические данные использовали по информации метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона города Москвы;
- 14) Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы Straz.

2.2. Почвенно-климатические условия проведения исследования

Почва в трех опытах дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. В опыте 1 данный участок перед закладкой опыта был использован под многолетними травами. Грунтовые воды в опыте располагаются на глубине более 3 м и практически не оказывают влияние на влагообеспеченность многолетних трав. Мощность пахотного горизонта почвы составляет 20-22 см. При закладке научного исследования в пахотном слое содержалось 2,3 % гумуса, 460 мг/кг подвижного P_2O_5 , 80 мг/кг обменного K_2O , pH_{KCl} составлял 6,3. В сентябре 2021 года были отобраны образцы для определения агрохимических показателей почвы после 25 – летнего использования многолетних трав. Во втором варианте (timoфеевка луговая + кострец безостый) вносили азотные удобрения в дозе N_{90} в виде

аммиачной селитры равными долями под все укосы. В опыте 2 содержание подвижного фосфора в почве 98 мг/кг и обменного калия 115 мг/кг, степень кислотности (pH_{KCl}) соответствовала 5,5. В почве опыта содержалось гумуса 1,9%

В опыте 3 содержание подвижного фосфора в почве 67 мг/кг и обменного калия 78 мг/кг, степень кислотности (pH_{KCl}) соответствовала 5,1. В почве опыта содержалось гумуса 1,5% (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., Зубков Ф. В Куренкова Е.М., Кухаренкова О.В., 2023).

Метеорологические условия в годы исследований были различными по температурному режиму и осадкам. Климат Московской области умеренно-континентальный, при этом лето тёплое самый жаркий месяц июль, а зимний период умеренно холодный самый холодный месяц январь, весенние и осенние сезоны хорошо выражены.

Высокую потребность в воде имеют многолетние травы, в связи с этим для нас является важный показатель количество атмосферных осадков, которые определяет влагообеспеченность растений.

К зоне достаточного увлажнения относится Московская область. Наибольшее количество осадков зафиксировано в летний период июнь/июль август, а самые сухие месяцы апрель и март. Сумма атмосферных осадков выпадает от 600 – 800 мм за год. Осадки выпадают в виде снега (с ноября по середину апреля) и в виде дождя (с апреля по ноябрь месяц).

В северо-западной части Тимирязевского района сумма положительных среднесуточных температур воздуха за период активной вегетации растений составляет 1900° - 2000° . По данным агроклиматического справочника центральная часть московской области имеет следующие показатели: сумма среднесуточных температур воздуха за период активной вегетации изменяется от 1900° на северо-западе до 2100° на юго-востоке и востоке района. Гидротермический коэффициент равен 1,3-1,4 (Агроклиматический справочник Московской области, 1967).

Агрометеорологические условия 2021-2025 года определяли по данным метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона. График метеорологических условий 2021 года (рисунок 1) показывает, как менялась температура воздуха по декадам и сумму осадков за пятимесячный период.

В 2021 году самая высокая температура наблюдалась во второй декаде июля $+24,8^{\circ}\text{C}$ при средних многолетних данных $+18,5^{\circ}\text{C}$, а меньший показатель был в третьей декаде сентября $+7,9^{\circ}\text{C}$ при средних многолетних данных $+8,7^{\circ}\text{C}$. Засушливым месяцем был июль, осадков выпало 2,4 мм при средних многолетних данных 28 мм. Дождливой оказалась первая декада мая 52,8 мм, при средних многолетних данных 17 мм. Благодаря подходящим погодным условиям весеннего периода, смогли сформироваться молодые побеги многолетних трав и хорошо развиваться.

В агрономии часто используется такой термин, как гидротермический коэффициент увлажнения. Этот термин предложил климатолог Селянинов Георгий Тимофеевич, данный показатель выражает уровень влагообеспеченности территории. Рассчитывается он отношением суммы осадков к сумме среднесуточных температур, уменьшенной в 10 раз. Чем ниже ГТК, тем засушливее местность (Селянинов Г.Т., 1928, 1958).



Рисунок 1 – Метеорологические условия с мая по сентябрь 2021 года и средние многолетние данные

В 2021 году по показателям ГТК (таблица 2) сформировало месторасположение опытного участка, как зону избыточного увлажнения и показатель гидротермического коэффициент был таков: май – 2,10 и июнь – 2,34. Середина сезона характеризовалась засушливой периодом показатель ГТК в июле – 0,50, засуха повлияла на многолетние травы и на урожайность травостоев. Несмотря на погодные условия в июле, к завершению сезона погодные условия нормализовались и показатель ГТК в августе – 1,57 и сентябре – 2,52.

Таблица 2 – Гидротермический коэффициент Селянинова Г.Т. по вегетационным периодам 2021 – 2025 гг.

Год	Месяц					Зоны ГТК и коэффициент
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	
2021	2,10	2,34	0,50	1,57	2,52	ГТК > 1,3 избыточное увлажнение
2022	3,94	0,87	1,47	0,05	0,87	ГТК 0,7-1,0 засушлива
2023	0,87	1,55	2,72	0,66	0,27	ГТК 0,5-0,7 сухое земледелие
2024	0,95	2,76	1,37	0,60	0,20	ГТК < 0,5 ирригация
2025	1,81	1,75	2,81	1,71	-	

В 2022 году (рисунок 2) самая высокая температура наблюдалась в третьей декаде августа +23,1°C при средних многолетних данных +15,3°C, а меньший показатель был в первой декаде сентября +9,4°C при средних многолетних данных +13,5°C. Засушливым месяцем был август, осадков выпало 0,1 мм при средних многолетних данных 20 мм.

Метеорологические условия августа спровоцировали неблагоприятные условия для роста трав. Дождливой оказалась первая декада июля 43,9 мм, при средних многолетних данных 35 мм. Гидротермический коэффициент (таблица 2) в июне – 0,87 это свидетельствует о недостаточном увлажнении в данный период.

Август характеризовался сухим месяцем и коэффициент составил 0,05, условия увлажнения были недостаточными. Исходя из вышеперечисленных данных 2022 год отличается высоким температурным режимом по сравнению со средними многолетними данными и дефицитом осадков.

В 2023 году (рисунок 3) самая высокая температура наблюдалась в первой декаде августа $+23,2^{\circ}\text{C}$ при средних многолетних данных $+19,3^{\circ}\text{C}$, а меньший показатель был в первой декаде мая $+7,6^{\circ}\text{C}$ при средних многолетних данных $+12,4^{\circ}\text{C}$. Также в первой декаде мая выпал снег, который также оказал замедление фенологических этапов развития растений.

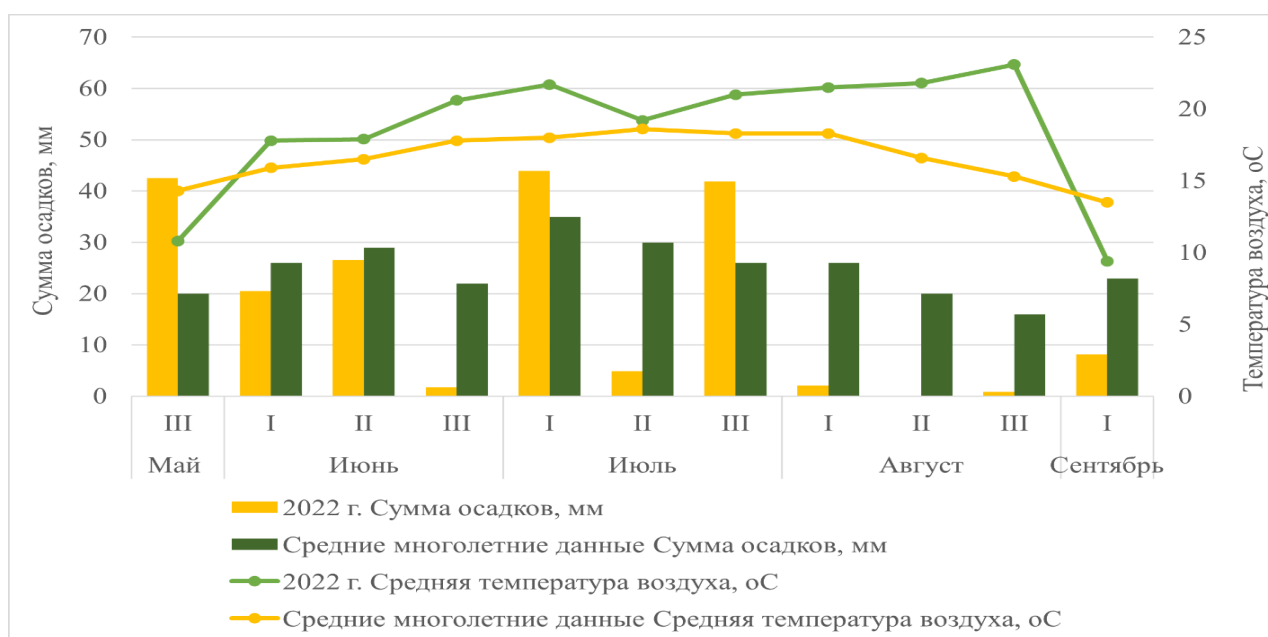


Рисунок 2 – Метеорологические условия с мая по сентябрь 2022 года и средние многолетние данные

Засушливым месяцем была вторая декада июня, осадков выпало 0,1 мм при средних многолетних данных 25 мм. Дождливой оказалась третья декада июля 80,6 мм, при средних многолетних данных 27 мм. ГТК в мае – 0,87 и данный показатель свидетельствует о недостаточном увлажнении опытного участка в начале сезона. В середине сезона коэффициент стабилизируется (таблица 2) и показатели соответствуют 1,55 и 2,72. В августе и сентябре 2023 года наблюдается засушливость, что повлияет на урожай зеленой массы по укосам. Условия увлажнения были неравномерными. В большинстве месяцев количество осадков было ниже климатической нормы, что указывает на

засушливость.



Рисунок 3 – Метеорологические условия с мая по сентябрь 2023 года и средние многолетние данные

Анализ метеорологических условий вегетационного периода 2024 года (рисунок 4), позволяет выявить изменения в тепловом режиме, а также показателе осадков. Высокая контрастность гидротермического режима: сочетание аномального избытка влаги в июне ГТК = 2,76 и глубокого дефицита влаги в мае, августе и сентябре (ГТК = 0,95; 0,6; 0,2 соответственно).

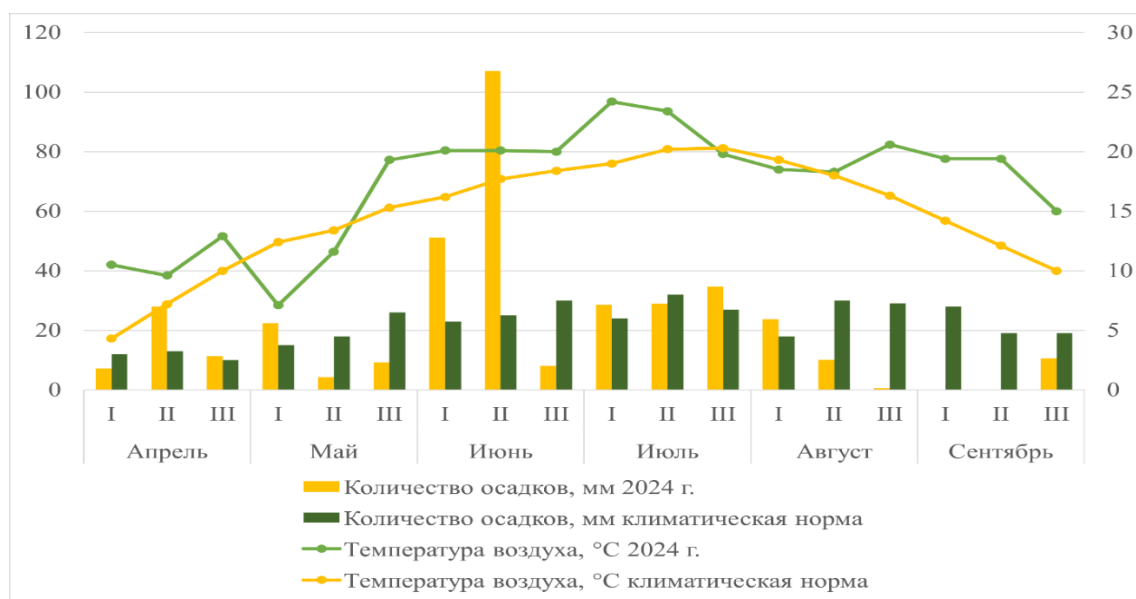


Рисунок 4 – Метеорологические условия с апреля по сентябрь 2024 года и средние многолетние данные

Подобная динамика создавала стрессовые условия для роста и развития бобовых и злаковых культур. Аномально высокие температуры июля усиливали испаряемость, усугубляя напряженность водного баланса.

Вегетационный период 2025 года (рисунок 5) характеризовался устойчивым превышением температурного фона над средними многолетними значениями (климатической нормой). Положительная динамика прослеживалась на протяжении всех месяцев наблюдения, достигая наибольшей интенсивности в июле, где среднемесячная температура была значительно выше нормы.

Повышенный температурный фон в апреле и мае указывает на раннее начало и интенсивное протекание весенних процессов, в то время как жаркие условия июля-августа создавали повышенную нагрузку на растительное сообщество за счет усиления испаряемости. Режим увлажнения в течение сезона отличался относительной сбалансированностью на фоне повышенного теплового обеспечения, что количественно подтверждается значениями ГТК (таблица 2). Наиболее выраженной особенностью стало аномально высокое количество осадков в июле, что обусловило максимальное значение ГТК = 2,81, однако в целом по сезону ГТК оставался в пределах 1,71 – 2,81 диапазон, который соответствуют оптимальному или умеренно избыточному увлажнению. Такие условия способствовали полноценному прохождению вегетационных фаз большинства бобово – злаковых культур.

Анализ метеорологических условий вегетационных периодов 2021 – 2025 гг. на основе гидротермического коэффициента выявил значительную межгодовую изменчивость. Годы характеризовались чередованием периодов избыточного увлажнения ГТК > 1,5 – 2021, 2023, 2025 и выраженной засухи ГТК < 0,7 – 2022, 2024. Наиболее контрастным был 2024 год, сочетающий аномальный избыток влаги в июне ГТК = 2,76 и критический дефицит в конце сезона ГТК = 0,2.

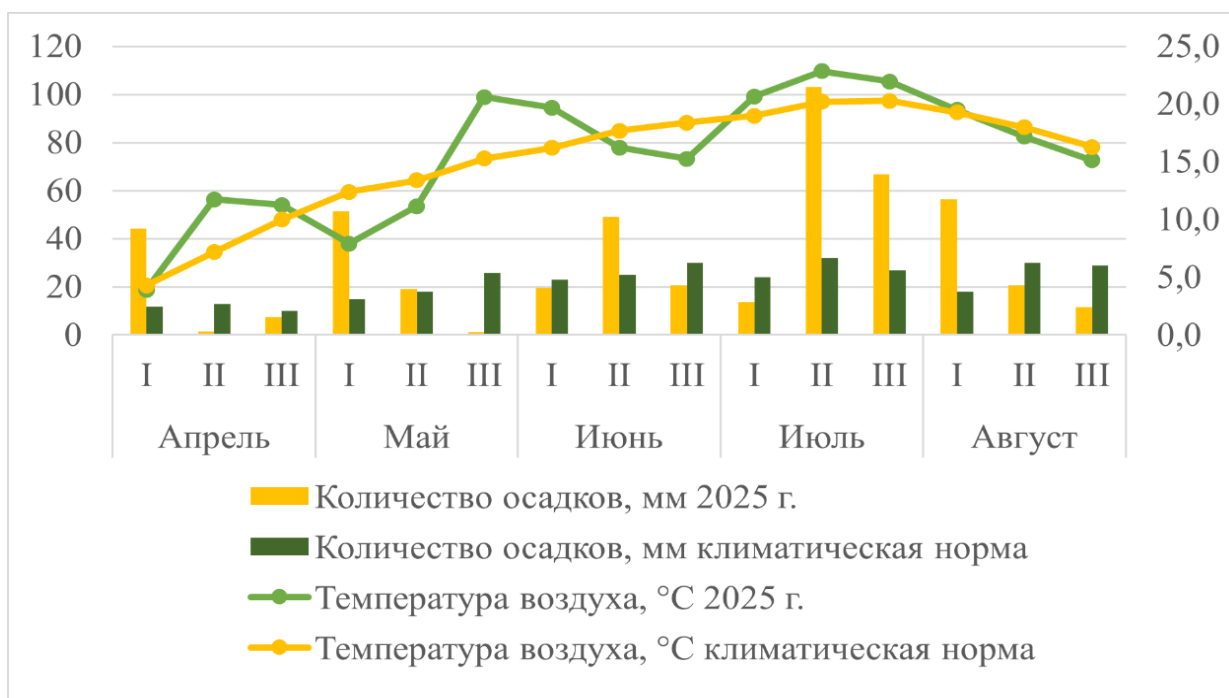


Рисунок 5 – Метеорологические условия с апреля по сентябрь 2025 года и средние многолетние данные

Напротив, 2025 год отличался стабильным и благоприятным увлажнением при повышенном тепловом фоне, что создало оптимальные условия для развития бобово-злаковых трав. Полученные данные подтверждают высокую чувствительность агроэкосистем к колебаниям климатических параметров и подчеркивают необходимость адаптивного управления в условиях усиливающейся климатической нестабильности.

ГЛАВА 3. ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ СЕНОКОСНЫХ ТРАВСТОЕВ И ИХ УЛУЧШЕНИЕ ПОДСЕВОМ БОБОВЫХ ТРАВ

3.1. Динамика ботанического состава травостоев при долголетнем использовании сеяных агрофитоценозов

Продуктивное долголетие сенокосных травостоев неразделимо с ботаническим составом и урожайностью травостоев. Состав растений в культурном агрофитоценозе является ключевым и изменчивым фактором, от которого зависит биологическая ценность травостоя. На пропорции растительных компонентов влияют способы эксплуатации, а также температура, влажность и содержание питательных веществ в почве. На основании проведенных исследований установлено, что к 25-му году жизни (2020 г.) в травостоях еще сохранялась люцерна изменчивая – до 13,2% при двухукосном и 11,5% при трехукосном использовании и клевер ползучий – до 10,9 % и 8,8% (таблица 4) соответственно. В конце вегетационного периода отмечалось практически полное выпадение люцерны из травостоев, обусловленное избыточным переувлажнением почвы. Появление обильного мохового покрова оказало также отрицательное влияние на вегетативное размножение клевера ползучего, который принимал участие в сложении растительных сообществ на протяжении всех лет эксплуатации сенокоса. В последующие годы клевер ползучий утратил способность к самовозобновлению. В связи с изреживанием фитоценоза для восстановления продуктивности и обогащения ботанического состава травостоев бобовыми компонентами был проведен подсев трав в дернину. По ботаническому составу травостоев можно определить конкурентную способность отдельных видов трав, слагающих растительное сообщество, их долголетие в конкретных почвенно-климатических условиях. На 25-ый год жизни из высеянных в 1996 году трав сохранились кострец безостый, люцерна изменчивая и клевер ползучий. Кострец безостый как нитрофильный злак наибольшую долю занимал в варианте с внесением 90 кг/га азота – соответственно 48,5% в первом укосе и 62,3% – во втором. Для кострца, как корневищного растения,

требуется дополнительное азотное питание для роста подземных побегов – корневищ.

Таблица 3 – Ботанический состав травостоев среднее за 2019 г., %
(числитель– двухукосное, знаменатель – трехукосное использование)

Виды трав и травосмеси	СЗ	КП	КЛ	ЛИ	НЗ	Р
1.Злаки без удобрений	<u>7,1</u> 4,8	<u>9,0</u> 4,1	<u>10,0</u> 4,9	<u>0</u> 0	<u>57,9</u> 68,9	<u>16,0</u> 17,3
2.Злаки + N ₉₀	31,8 27,6	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>60,1</u> 59,4	<u>8,1</u> 13,0
3. Клевер ползучий	<u>5,9</u> 5,3	<u>31,8</u> 27,6	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>71,0</u> 63,9	15,1 17,5
4.Люцерна Селена	<u>3,4</u> 4,3	<u>0</u> 0,2	<u>8,6</u> 0	<u>31,8</u> 42,2	<u>46,7</u> 42,5	<u>9,5</u> 10,8
5. Клевер луговой	<u>9,1</u> 5,7	<u>0</u> 1,6	<u>11,0</u> 0,4	12,2 8,7	<u>53,9</u> 65,9	13,8 17,5
6.Люцерна Пастбищная 88	<u>9,9</u> 4,5	<u>0</u> 2,0	<u>10,0</u> 0,8	13,0 6,6	<u>53,5</u> 73,8	13,6 12,3
7.Клевер ползучий + злаки	<u>6,6</u> 7,5	2,2 3,0	<u>17,1</u> 0	<u>0</u> 0	<u>59,4</u> 72,6	14,7 16,9
8.Клевер луговой + злаки	<u>9,1</u> 6,6	<u>0,2</u> 0	<u>21,4</u> 3,3	<u>7,8</u> 5,5	<u>49,5</u> 70,0	12,0 14,6
9.Люцерна Вега 87 + злаки	<u>10,4</u> 6,5	<u>0,3</u> 0	<u>10,5</u> 0	<u>3,8</u> 10,3	<u>52,2</u> 51,7	<u>9,7</u> 13,6
10.Люцерна Пастбищная 88 + злаки	10,5 8,8	<u>0</u> 0	<u>16,8</u> 0	10,7 12,5	<u>44,8</u> 50,7	<u>10,7</u> <u>12,5</u>

*Примечание: СЗ – сеянные злаки, НЗ – несеянные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Исследования показывают, что кострец безостый формирует более долголетние травостои при двухкратном использовании по сравнению с трехкратным – соответственно 30,5% в первом укосе, 48,3% – во втором и 29,1 % в третьем укосе.

Он наряду с генеративными побегами формирует значительное количество вегетативных побегов и мало вегетативных, поэтому частая дефолиация отрицательно сказывается на его долголетию. В вариантах без внесения азотных удобрений доля костреца безостого по укосам варьировалась от 5,1 до 20,4%. Симбиотического азота, накопленного в почве бобовыми травами, было недостаточно, чтобы поддерживать более высокую

долю в урожае костреца безостого, тем за такой долголетний срок эксплуатации сенокоса. За длительный период использования травостоев кострец безостый за счет способности к вегетативному размножению появился в вариантах, где его не высевали.

Таблица 4 – Ботанический состав травостоев при двухукосном использовании, % в 2020 году

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1. Злаки без удобрений	1	14,6	65,7	1,3	11,8	-	6,6
	2	9,2	61,3	1,9	20,2	-	7,4
2. Злаки +N ₉₀	1	48,5	40,6	-	5,6	-	5,3
	2	62,3	21,5	-	9,4	-	6,8
3. Клевер ползучий	1	11,2	62,4	9,1	10,3	-	7
	2	12,3	58,6	3,2	6,2	-	9,7
4. Люцерна изменчивая Селена	1	14,9	47	-	-	34,9	3,2
	2	11	58,3	-	2,6	20,7	7,4
5. Клевер луговой	1	20,4	60,5	-	8,0	-	11,1
	2	13,2	67,1	-	8,5	-	11,2
6. Люцерна изменчивая пастбищная 88	1	11,5	60,1	-	8,8	17,0	2,6
	2	13,1	58,2	-	14,4	10,1	4,2
7. Клевер ползучий + злаки	1	18,6	65,6	5,2	4,9	-	5,7
	2	17,9	50,2	10,0	15,1	-	6,8
8. Клевер луговой + злаки	1	5,1	69,9	-	17,0	1,7	6,3
	2	9,3	66	-	13,9	2	8,8
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	23	50,7	-	5,5	16,2	4,6
	2	10,7	64,4	-	9,3	4,4	11,2
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	14,3	43,7	-	6,3	19,6	6,1
	2	20,2	40,1	-	12,2	8,7	14,8

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ – несеяные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Второй сеяный компонент агрофитоценозов – люцерна изменчивая в наибольшем количестве присутствовала в варианте с сортом Селена – 34,9% (1-ый укос) и 20,7% (второй укос), но следует отметить, что люцерна в этом варианте была посеяна в 2006 году, и это был пятнадцатый год её жизни. В других вариантах на 25-ый год жизни люцерна Вега 87 сохранилась в первом и втором укосе в количестве 16,2 и 4,4% и Пастбищная 88 – 19,6 и 8,7% соответственно. Люцерна является одним из самых засухоустойчивых видов

бобовых трав (Епифанова И.В., Тимошкин О.А. ,2018), но в тоже время она очень чувствительна к переувлажнению. В 2025 году выпало рекордное количество атмосферных осадков – 901 мм, что сопровождалось практически полным выпадением люцерны к концу вегетационного периода.

Таблица 5 – Ботанический состав травостоев в 2020 г. при трехукосном использовании, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1. Злаки без удобрений	1	14,6	50,2	5,5	13,1	-	6,6
	2	14,2	46,3	9,4	22,7	-	7,4
	3	12,6	50,3	11,7	16,3	-	9,1
2. Злаки +N ₉₀	1	30,5	53,6	-	8,6	-	7,3
	2	48,3	33,5	-	9,4	-	8,8
	3	29,1	50	-	10,5	-	10,4
3. Клевер ползучий	1	11,2	50,4	11,3	18,1	-	9
	2	22,3	48,6	8,9	10,5	-	9,7
	3	3,0	30	13,4	29,6	-	11,0
4. Люцерна изменчивая Селена	1	14,9	37	-	5,6	33,3	9,2
	2	11,0	41,2	-	10,3	30,1	7,4
	3	13,2	43,9	-	12,8	22,2	7,9
5. Клевер луговой	1	20,4	39,2	-	29,3	-	11,1
	2	13,2	47,1	-	28,5	-	11,2
	3	7,3	57,4	-	22,7	-	12,6
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	7,5	43,2	-	18,8	19,9	10,5
	2	13,1	33,3	-	22,7	21,7	9,2
	3	10,6	38,3	-	25,1	7,5	7,0
7. Клевер ползучий + злаки	1	18,6	55,6	7,7	12,4	-	5,7
	2	9,8	43,9	12,5	27,0	-	6,7
	3	7,4	40,6	8,5	9,5	-	13,0
8. Клевер луговой + злаки	1	6,7	68,3	-	18,8	-	6,2
	2	9,3	51	-	30,9	-	8,8
	3	8,0	65	-	25,0	-	19,0
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	23,0	42,2	-	6,1	20,1	8,6
	2	10,7	42,8	-	10,4	24,9	11,2
	3	5,0	48	-	25,2	8,8	13,0
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	14,3	50	-	9,8	19,8	6,1
	2	15,2	33,0	-	19,7	17,3	14,8
	3	17,0	39,1	-	25,0	11,9	8,0

*Примечание: КБ – коострец безостый, НЗ –несеяные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье.

Клевер ползучий занимал небольшую долю в ботаническом составе

травостоев в контроле и вариантах с клевером ползучим – от 1,3 до 10,0%. Двухукосный режим скашивания является неблагоприятным для устойчивого роста клевера ползучего, поскольку компонентами агрофитоценозов являются высокорослые кострец безостый и ежа сборная, под покровом которых клевер ползучий испытывал недостаток света. Особенно отрицательное влияние на устойчивость клевера ползучего оказывала ежа сборная, являющаяся раннеспелым и интенсивно кустящимся видом. Клевер ползучий начинает весной отрастать позднее, и ежа сборная подавляет его рост.

В ботаническом составе травостоев всех вариантов присутствовал клевер луговой в количестве от 2,6 до 20,2%, который является несеяным видом. Его присутствие в травостоях связано с наличием в почве твердых семян, которые при благоприятных условиях проросли и растения клевера благополучно укоренились.

Из подсеянных в 2020 году трав плохо укоренились клевер ползучий и люцерна изменчивая. Клевер ползучий на протяжении всего периода эксплуатации травостоев принимал участие в сложении растительных сообществ. Так, в среднем за 12-14-ый годы жизни клевер ползучий занимал в ботаническом составе травостоев при двухкратном скашивании 12,5-29,2% и при трехкратном – 26,4-29,0%. В 2021 г. (таблица 7) клевер ползучий в вариантах с подсевом при трехукосном скашивании занял в составе травостоев от 0,4 до 8,2%. В других вариантах его участие в урожае составляло от 0 до 3%. При двухукосном скашивании (таблица 6) доля клевера ползучего была несколько меньше – соответственно 3,1-6,4% и 0-0,4%.

По мере старения травостоев происходило сокращение доли участия костреца безостого, и доминирующим компонентом становилась дикорастущая ежа сборная. Эти два вида не являются благоприятными компонентами поливидовых травостоев для клевера ползучего. Кострец безостый формирует высокорослые вегетативные удлиненные и генеративные побеги, снижая поступление света в приземный слой почвы, где находится

основная листовая масса низового клевера ползучего. Вследствие этого конкурентная способность бобового компонента снижается, особенно при редкой дефолиации в условиях двухкратного скашивания. Ежа сборная образует менее высокорослые побеги, но она превосходит кострец по интенсивности кущения, образуя большое количество вегетативных укороченных побегов. Кроме того, ежа является раннеспелым видом, возобновляющим весеннюю вегетацию, раньше других трав. Клевер ползучий начинает отрастать позднее, что также способствует повышению конкурентоспособности злаков и снижению – клевера.

Таблица 6 – Ботанический состав травостоев в 2021 г. при двухукосном использовании, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	14,5	61,9	-	14,8	-	8,8
	2	11,9	58,4	-	11,1	-	18,6
2.Злаки + N ₉₀	1	38,8	47,9	-	10,3	-	3,9
	2	45,3	33,6	-	9,6	-	11,5
3.Клевер ползучий	1	6,2	66,9	3,1	10,4	-	13,4
	2	8,5	53,7	6,4	13,1	-	18,3
4.Люцерна изменчивая Селена	1	5,2	65,6	-	12,6	6,8	9,7
	2	10,4	48,7	-	10	9,2	21,7
5. Клевер луговой	1	9,7	39,5	0,4	42,6	-	7,8
	2	12,8	20	-	57,2	-	10,0
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	11,0	62,2	-	12,7	2,5	11,6
	2	13,7	46,5	-	13,7	8,7	17,4
7. Клевер ползучий + злаки	1	12,9	60,4	4,8	13,8	-	8,1
	2	14,8	47,2	5,7	12,2	-	20,1
8.Клевер луговой + злаки	1	11,3	40,6	-	35,7	-	12,4
	2	14,1	21,9	0,4	51,3	-	12,3
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	11,0	62,2	-	12,3	2,9	11,6
	2	16,1	47,8	-	14,0	1,9	20,2
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	15,2	59,9	-	12,2	5,0	7,8
	2	16,6	51	0,2	12,6	5,4	14,2

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ –несеяные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Клевер ползучий может размножаться не только вегетативным, но и семенным путем, несмотря на частое отчуждение надземной массы, некоторое

количество семян клевера может достичь полной спелости в головках, не затронутых скашиванием. По этой причине наличие клевера отмечалось в ботаническом составе вариантов, где он не высевался.

Таблица 7 – Ботанический состав травостоев в 2021 г. при трехукосном использовании, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	2,8	67,3	-	17,8	-	12,2
	2	12,7	56,4	-	18,3	-	12,6
	3	8,6	42	3,0	15,6	-	30,8
2.Злаки + N ₉₀	1	11,0	75,7	-	8,4	-	4,9
	2	30,4	52,6	-	14,7	-	2,3
	3	23,7	56,1	-	6,5	-	13,7
3.Клевер ползучий	1	2,6	71,0	2,6	13,4	-	14,4
	2	8,9	68,1	4,2	14,8	-	10,0
	3	6,9	51,6	7,1	10,6	-	23,8
4.Люцерна изменчивая Селена	1	6,6	67,1	0,1	14,5	3,5	8,2
	2	7,4	60,7	2,8	10,2	6,1	12,8
	3	5,4	48,9	0,4	18,6	2,0	24,6
5.Клевер луговой	1	1,0	49,9	-	42,6	0,3	6,1
	2	7,8	36,1	-	50,1	-	6,0
	3	5,3	24,4	-	52,5	-	17,8
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	1,1	76,3	0,2	13,1	4,0	5,3
	2	11,1	64,7	2,3	11,4	4,9	5,7
	3	6,6	47,6	0,2	19,5	3,0	23,1
7.Клевер ползучий + злаки	1	2,6	72,5	0,4	11,3	-	13,2
	2	10,3	60,6	8,2	10,1	-	10,8
	3	10,9	44,3	7,0	16,5	-	21,3
8.Клевер луговой + злаки	1	1,0	49,9	0,0	39,3	0,1	9,7
	2	10	31,6	2,0	47,8	-	8,6
	3	6,8	25,2	-	49,9	-	18,1
9.Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	4,1	75,1	0,2	10,2	3,3	7,1
	2	12,2	63,9	-	8,3	8,8	6,8
	3	10,1	51,5	-	13,3	5,8	18,5
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	4,4	67,7	0,2	13,6	6,5	7,7
	2	13	68,2	-	10,1	3,5	5,2
	3	7,9	47	2,3	17,2	4,2	21,4

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ – несеянные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Считается, что наличие в урожае на следующий год после подсева не менее 30% подсеянных трав является основанием для признания успешным этого мероприятия по улучшению кормовых угодий. Содержание клевера

лугового в вариантах с подсевом возросло при трехукосном использовании до 39,3-52,5% и при двухукосном – до 35,7-57,2%.

Укоренение всходов зависит от интенсивности роста всходов трав. По этому показателю люцерна и клевер ползучий уступают клеверу луговому. Кроме того, для люцерны ограничивающими факторами является кислая реакция верхнего слоя почвы, которую особенно плохо переносят клубеньковые бактерии. Доля люцерны в вариантах с подсевом составила 1,9-9,2%.

Доминирующим компонентом разнотравья на протяжении всего периода эксплуатации травостоев являлся одуванчик лекарственный, а в последние годы увеличилось количество подорожника ланцетолистного. Доля разнотравья при трехукосном использовании варьировалась по вариантам и укосам от 2,3 до 24,6% и при двухукосном – от 3,9 до 21,9%. Наименьшее участие разнотравья отмечалось в варианте с внесением азотных удобрений – 2,3-13,7%, а максимальное – в контроле и в варианте с Селеной.

На второй год после подсева в составе всех травостоев присутствовал клевер луговой. В зависимости от укоса доля клевера лугового изменялось от 1,9 до 34% (таблица 8). Наибольшее снижение доли клевера лугового отмечалось в вариантах с подсевом. Так, при трехкратном скашивании участие клевера лугового снизилось в 2022 году по сравнению с предыдущим годом с 39,3-52,5 до 4,5-22,9% (таблица 9). Клевер ползучий при двухукосном использовании отсутствовал в травостоях всех вариантов, а при трехукосном он в небольшом количестве (0,2-11,7%) присутствовал в составе восьми вариантов, и совсем не обнаруживался в травостоях, удобряемых азотом, и в варианте клевер луговой + злаки. В третьем укосе из-за засушливых условий клевер ползучий не отрастал совсем.

Двухукосный режим скашивания благоприятствовал успешному росту и размножению костреца безостого. Его доля в ботаническом составе травостоев варьировалась от 2,0 до 56,8%. Максимальной она была в варианте с

внесением азота, и минимальной – в одновидовых посевах бобовых трав.

Таблица 8 – Ботанический состав травостоев при двухукосном использовании в 2022 году, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	5,0	65,8	0	18,5	0	10,7
	2	3,8	54,8	0	27,8	0	12,6
2.Злаки + N ₉₀	1	53,4	36,5	0	4,8	0	5,3
	2	56,8	31,9	0	3,4	0	8,1
3. Клевер ползучий	1	7,0	74,4	0	11,4	0	7,2
	2	12,6	59,1	0	17,7	0	8,7
4. Люцерна изменчивая Селена	1	2,0	73,9	0	18,6	1,1	4,4
	2	7,7	66,5	0	9,3	3,3	13,2
5. Клевер луговой	1	5,0	69,5	0	17,5	0	8,0
	2	8,5	58	0	21,9	0	11,6
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	10,6	71,9	0	10,6	0	6,9
	2	20,5	61,5	0	9,3	0	8,7
7. Клевер ползучий + злаки	1	5,2	46,9	0	19,8	0	6,6
	2	8,8	47,3	0	34,0	0	9,9
8. Клевер луговой + злаки	1	12,8	62,8	0	17,3	0	7,1
	2	10,2	49,1	0	30,3	0	10,4
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	15,9	66,5	0	7,9	0,9	8,8
	2	11,5	65,3	0	11,4	1,2	10,6
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	15,8	66,1	0	9,3	0	8,8
	2	11,2	55,9	0	19,9	1,1	11,9

*Примечание: КБ – коострец безостый, НЗ – несеяные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Из злаковых трав, входящих в состав исследуемых травостоев, коострец является наиболее засухоустойчивым видом, поэтому его доля возросла при трехукосном использовании в последнем укосе, когда в августе выпало всего 3,1 мм атмосферных осадков.

При трехукосном использовании в травостоях в большем количестве, чем при двух укосах были представлены травы из хозяйственно-ботанической группы «разнотравье», среди них преобладающим видом являлся одуванчик лекарственный, чувствительный к недостатку света. В условиях двухкратной дефолиации одуванчик больше затенялся высокорослыми травостоями, и сокращал свою долю участия в фитоценозах.

Таблица 9 – Ботанический состав травостоев при трехукосном использовании в 2022, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	-	87,4	0	8,8	0	3,8
	2	-	69,3	0,2	12,6	0	17,8
	3	8,8	67,1	0	12,1	0	12,0
2.Злаки + N ₉₀	1	2,5	84,2	0	1,0	0	9,2
	2	5,3	67,0	0	5,7	0	22,0
	3	8,9	71,2	0	9,2	0	10,7
3. Клевер ползучий	1	-	67,2	11,7	0	0	21,1
	2	7,8	61,1	7,1	2,0	0	22,0
	3	4,4	67,8	0	15,6	0	12,2
4. Люцерна изменчивая Селена	1	-	82,2	0	17,0	0	9,8
	2	-	64,7	1,1	16,1	2,3	15,1
	3	2,7	68	0	16,4	2,2	10,7
5. Клевер луговой	1	-	85,2	0	4,6	0	10,2
	2	-	65,5	0	6,5	0	21,0
	3	2,4	77,3	0,9	8,8	0,9	9,7
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	-	74,9	8,9	8,9	8,9	16,2
	2	-	50,0	1,8	21,2	2,3	27,0
	3	3,3	68,4	0	10,7	0,5	17,1
7. Клевер ползучий + злаки	1	-	88,7	0	6,0	0	9,0
	2	8,6	53,2	0,8	12,7	1,8	22,9
	3	1,9	73,8	0	7,6	0	16,7
8. Клевер луговой + злаки	1	-	69,5	0	11,4	0	19,1
	2	-	59,8	0	4,5	0	26,5
	3	5,6	58,5	0	22,9	0	13,0
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	-	78,7	0	1,9	0	18,3
	2	-	76	0,2	3,1	0	20,3
	3	2,4	74,5	0	6,2	0,2	16,0
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	0,5	62,2	0	11,2	0	26,1
	2	-	76,1	3,7	7,2	0	13,0
	3	3,0	66,3	0	6,0	0,2	11,1

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ – несеянные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Клевер луговой является малолетним видом, поэтому на третий год его доля в травостоях с подсевом еще сократилась по сравнению с предыдущим годом до 17,7-32,1% при двухукосном использовании (таблица 10) и до 14,7-28,7% при трехукосном (таблица 11). Клевер ползучий и люцерна изменчивая присутствовали в сложении всех укосных травостоев с подсевом, но доля

подсеянных трав была невысокой. При проведении двух укосов доля клевера ползучего составляла 1,0-11,8% и при трех – 2,2-14,4%, а количество люцерны 1,7-10,7% и 1,0-8,6% соответственно при двух- и трехкратном скашивании.

Таблица 10 – Ботанический состав травостоев при двухукосном использовании в 2023 году, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	6,8	64,1	0,0	9,3	0,0	19,8
	2	4,9	70,5	0,0	10,0	0,0	14,6
2.Злаки + N ₉₀	1	47,2	42,8	0	0,0	0	10,0
	2	34,5	50,7	0,0	0,0	0	14,8
3. Клевер ползучий	1	7,8	67,2	11,8	3,0	0	10,3
	2	4,9	53,5	2,9	1,7	0	17,1
4. Люцерна изменчивая Селена	1	3,2	77,4	0,0	-	5,9	13,6
	2	5,4	59,3	0,3	-	10,3	14,7
5. Клевер луговой	1	3,8	58,0	0,0	18,2	0	20,0
	2	4,3	43,9	0,0	32,1	0	19,8
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	8,6	65,7	0,0	0,0	6,2	19,5
	2	3,5	67,6	0,0	0,0	3,2	25,7
7. Клевер ползучий + злаки	1	10,4	64,6	1,9	7,5	0	15,6
	2	7,1	70,9	1,0	4,6	0	16,5
8. Клевер луговой + злаки	1	12,2	57,7	0,0	17,7	0	16,4
	2	6,2	49,0	0,0	30,3	0	14,7
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	10,3	75,5	0,0	0,0	1,7	12,5
	2	12,7	61,9	0,0	0,0	6,0	15,4
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	10,2	75,6	0,0	0,0	3,1	11,2
	2	7,0	70,3	0,0	0,0	10,7	12,1

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ – несеяные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Участие клевера ползучего и люцерны изменчивой увеличилась к третьему году. Это обусловлено как появлением новых растений из твердых семян, так и переходом ювенильных растений в генеративное состояние.

Кострец безостый, как и в предыдущие годы, в наибольшем количестве сохранился в вариантах с азотом при двухукосном использовании, причем в первом укосе его участие в урожае было максимальным – 47,2%. Этот вид относят к полуозимым видам, поскольку он формирует небольшое количество генеративных побегов в год посева. В последующие годы, в отличие от озимых

трав, кострец безостый также образует во втором - третьем укосах побеги с соцветиями.

Таблица 11 – Ботанический состав травостоев при трехукосном использовании в 2023, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КП	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	7,3	61,4	0,0	9,4	0	22,0
	2	6,6	58,1	0,7	10,8	0	13,9
	3	3,8	74,5	0,0	11,8	0	19,9
2.Злаки + N ₉₀	1	27,9	59,6	0,0	0,0	0	12,6
	2	23,2	64,9	0	0,0	0	19,6
	3	20,9	63,4	0,0	0,0	0	15,7
3. Клевер ползучий	1	7,3	54,4	14,4	0,0	0	24,0
	2	8,5	69,9	6,2	0,0	0	15,4
	3	3,5	64,7	12,5	0,0	0	19,3
4. Люцерна изменчивая Селена	1	6,0	62,4	0,0	16,1	3,5	12,1
	2	4,9	65,2	9,4	5,8	1,0	13,7
	3	4,4	72,5	0,0	5,6	3,7	13,8
5. Клевер луговой	1	5,8	49,1	0,0	17,1	0,0	28,0
	2	3,2	55,9	0,0	28,7	1,6	10,7
	3	6,0	34,6	0,0	27,3	0,9	27,2
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	4,6	82,6	0,0	5,0	2,4	10,4
	2	5,0	63,1	0,0	7,2	7,9	6,9
	3	5,5	70,0	0,0	3,2	4,9	16,4
7. Клевер ползучий + злаки	1	7,9	68,5	2,2	0,0	5,5	16,0
	2	8,5	64,6	7,4	0,0	6,4	13,1
	3	3,2	69,0	4,0	0,0	7,2	16,5
8. Клевер луговой + злаки	1	6,5	65,1	0,0	14,7	0	13,8
	2	9,5	61,2	0,0	19,2	0	10,3
	3	3,5	56,2	0,0	26,5	0	13,7
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	7,8	71,3	0,0	1,5	1,0	18,5
	2	6,2	80,3	0,0	1,4	1,9	11,3
	3	4,5	72,9	0,0	0	3,3	19,4
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	6,2	70,5	0,0	0,0	2,9	20,3
	2	8,5	75,4	0,0	0,0	2,0	14,1
	3	4,0	67,1	0,0	0,0	8,6	20,4

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ – несеяные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Доминирующим компонентом на 29-ый год жизни во всех травостоях стала, ежа сборная. В условиях Центрального Нечерноземья ежа сборная является одной из самых раннеспелых и продуктивных трав, способных

утилизировать высокие дозы азотных удобрений. Её семена были привнесены с окружающих территорий ветром, в том числе в зимний период по снежному покрову. Ежа сборная считается очень агрессивным видом с высокой ценотической активностью. В отличие от костреца безостого ежа сборная не может размножаться вегетативным способом, но её продуктивное долголетие может составлять 10 лет и более. Благодаря раннеспелости семена ежи сборной созревают уже в середине июля, что не исключает её семенное размножение при редкой дефолиации травостоев.

Высокая отавность и конкурентоспособность, длительное долголетие позволяют прогнозировать, что, ежа сборная в ближайшем будущем останется преобладающим видом в ботаническом составе фитоценозов.

В 2023 г. в ботаническом составе травостоев возросла доля разнотравья. По укосам она варьировалась от 6,9 до 27,2%. Несколько более высокое участие разнотравья в урожае отмечалось при проведении трех укосов за сезон. Без внесения минерального азота в травостое с преобладанием нитрофильной ежи сборной в условиях трехкратного отчуждения надземной массы складывались более благоприятные условия для распространения и роста розеточных растений – одуванчика лекарственного и подорожника ланцетолистного.

В 2024 году произошло сокращение доли клевера лугового практически во всех вариантах. Максимальная доля клевера сохранилась в вариантах с подсевом. В травосмеси его доля составляла 13,9-16,6% и в одновидовом посеве – 9,9-13,4% (таблица 12). В других вариантах клевер луговой появился самосевом в предыдущие годы и в силу ограниченности продолжительности его жизни сильнее изредился. Сократилась также доля костреца безостого до 0,9-13,3% и возросло участие разнотравья до 9,9-38,9%. Если в предыдущие годы основным засорителем травостоев являлся одуванчик лекарственный, то на 29-й год жизни в массовом количестве появился подорожник ланцетный – розеточное растение, устойчивое к частому отчуждению надземной массы.

Таблица 12 – Ботанический состав травостоев при трехукосном использовании в 2024 году, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	7,6	67,9	0,8	-	24,7
	2	6,0	61,8	3,3	-	28,9
	3	2,8	59,7	4,2	-	33,3
2.Злаки + N ₉₀	1	13,3	76,8	0,0	-	9,9
	2	9,9	78,4	-	-	11,7
	3	10,6	72,2	-	-	13,2
3. Клевер ползучий	1	2,7	64,3	4,0	-	29,0
	2	1,9	68,0	2,4	-	27,7
	3	3,0	65,1	1,2	-	30,5
4. Люцерна изменчивая Селена	1	2,2	68,8	0,6	1,1	27,3
	2	0,8	72,2	2,0	-	25,0
	3	1,0	58,5	4,3	-	36,2
5. Клевер луговой	1	2,9	69,0	13,4	-	14,7
	2	1,1	61,7	9,9	-	27,3
	3	1,7	52,5	12,2	-	33,6
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	2,6	75,0	0,8	2,2	19,4
	2	1,9	66,0	2,5	0,6	29,0
	3	1,0	62,3	4,1	-	32,6
7. Клевер ползучий + злаки	1	1,7	70,3	0,9	-	27,1
	2	4,8	63,6	1,5	-	30,1
	3	3,4	57,7	3,3	-	35,6
8. Клевер луговой + злаки	1	2,8	66,7	14,7	-	15,8
	2	1,6	58,6	16,6	-	23,2
	3	2,0	54,8	13,9	-	29,3
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	2,5	69,6	2,3	-	25,6
	2	3,4	61,7	1,4	-	33,5
	3	2,0	55,1	4,0	-	38,9
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	3,7	67,6	1,6	1,7	26,4
	2	0,9	71,3	0,7	-	27,1
	3	1,8	60,9	-	-	37,3

*Примечание: КБ – коострец безостый, НЗ – несеянные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

На 30-й год жизни травостоев доля разнотравья в третьем укосе достигла в вариантах без азота 34,7-54,8% (таблица 13). Среди несеянных злаков сократилось участие в травостоях ежи сборной и увеличилось количество мятлика лугового. Клевер луговой практически выпал из всех травостоев кроме двух вариантов, в дернину которых был проведен его подсев.

Длительное участие клевера лугового в составе травостоев обусловлено медленным развитием подсеянных растений и наличием твердых семян, которые прорастали не сразу в год подсева, а постепенно в последующие годы.

Таблица 13 – Ботанический состав травостоев при трехукосном использовании в 2025 году, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	3,5	62,1	0,4	-	34,0
	2	4,4	54,9	3,0	-	37,7
	3	0,6	60,4	0,7	-	38,3
2.Злаки + N ₉₀	1	5,8	74,2	0,0	-	10,0
	2	4,7	75,7	0,0	-	19,6
	3	2,0	83,5		-	14,5
3. Клевер ползучий	1	4,0	51,9	0,0	-	44,1
	2	1,7	62,9	0,0	-	35,4
	3	0	47,2	-	-	52,8
4. Люцерна изменчивая Селена	1	2,2	69,2	0,6	0,7	27,3
	2	5,8	62,3	0,9	1,3	29,7
	3	1,0	60,1	0,2	0,5	38,2
5. Клевер луговой	1	3,5	61,0	12,9	-	22,6
	2	1,9	59,1	9,6	-	29,4
	3	0,7	56,9	7,7	-	34,7
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	2,6	61,8	0	-	35,6
	2	1,9	54,5	3,9	0,9	38,8
	3	0	63,9	1,0	-	35,1
7. Клевер ползучий + злаки	1	1,9	60,8	0,0	-	37,3
	2	1,7	57,0	0,8	-	40,5
	3	0,8	51,2	-	-	44,0
8. Клевер луговой + злаки	1	3,0	58,6	14,7	-	23,7
	2	1,7	63,5	4,3	-	30,5
	3	0,8	55,7	2,9	-	40,6
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	2,6	64,3	-	-	33,1
	2	2,0	56,7	0,8	-	40,5
	3	-	46,3	-	-	53,7
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	3,7	59,8	0,0	0,7	31,4
	2	1,5	51,6	0,6	2,0	42,2
	3	0,4	44,8	-	-	54,8

*Примечание: КБ – коострец безостый, НЗ –несеянные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

При двухукосном использовании в 2024 году отмечалось увеличение доли костреца безостого в варианте с внесением азотного удобрения до 65,6-74,5% (таблица 14). В 2025 году его доля еще возросла и составила 67,7-78,5% (таблица 15), что обусловлено сокращением содержания в травостое ежи сборной. По мере старения конкурентная способность ежи уменьшалась как в результате её старения, так и снижения зимостойкости.

Таблица 14 – Ботанический состав травостоев при двухукосном использовании в 2024 году, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КЛ	ЛИ	Р
1.Злаки	1	7,9	74,5	1,8	-	15,8
	2	2,7	66,5	3,4	-	27,4
2.Злаки + N ₉₀	1	74,5	12,7	0,0	-	12,8
	2	65,6	18,1	-	-	6,3
3. Клевер ползучий	1	8,1	72,4	-	-	19,5
	2	5,2	76,9	1,7	-	16,2
4. Люцерна изменчивая Селена	1	3,8	76,7	5,0	2,3	12,2
	2	4,9	69,1	4,5	0,9	20,6
5. Клевер луговой	1	3,7	68,9	15,7	0	11,7
	2	2,0	71,1	10,9	-	16,0
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	5,7	80,3	0,3	1,1	12,6
	2	8,8	78,9	-	-	12,3
7. Клевер ползучий + злаки	1	5,9	78,2	0,4	-	15,5
	2	4,7	71,2	3,1	-	21,0
8. Клевер луговой + злаки	1	4,4	68,4	13,5	-	13,7
	2	5,0	72,1	8,6	-	14,3
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	4,1	80,0	0,0	-	15,9
	2	10	77,2	-	-	12,8
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	17,7	67,9	0,8	1,2	12,4
	2	21,2	66,7	-	-	12,1

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ – несеяные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

При скашивании трав два раза за сезон условия для успешного роста одуванчика лекарственного и подорожника ланцетного были неблагоприятными, поэтому доля разнотравья здесь была значительно

меньше, чем при трехукосном использовании, не превышая в 2024 году 6,3-27,4% и в 2025 году – 5,2-23,0%.

Преобладающими компонентами ботанического состава всех травостоев при двухкратном скашивании являются нитрофильные злаки – ежа сборная и кострец безостый, которые при внесении азотного удобрения способны сформировать высокие урожаи. Что касается травостоев при трехкратном использовании, то их не представляется улучшить поверхностными способами, и они подлежат перезалужению.

Таблица 15 – Ботанический состав травостоев при двухукосном использовании в 2025 году, %

Вариант	Укос	КБ	НЗ	КЛ	ЛИ	Р
1. Злаки	1	6,6	68,2	2,2	-	23,0
	2	18,8	66,0	3,9	-	11,3
2.Злаки + N ₉₀	1	67,7	18,2	-	-	14,1
	2	78,5	16,3	-	-	5,2
3. Клевер ползучий	1	11,0	72,6	-	-	16,4
	2	9,9	76,8	-	-	13,3
4. Люцерна изменчивая Селена	1	10,1	74,8	-	2,9	12,2
	2	13,5	73,1	-	2,3	11,1
5. Клевер луговой	1	10,9	72,8	4,3	-	12,0
	2	13,4	66,5	5,0	-	15,1
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	10,8	74,1	0,0	1,2	13,9
	2	12,0	77,6	-	1,0	9,4
7. Клевер ползучий + злаки	1	6,7	71,6	-	-	21,7
	2	14,8	70,8	-	-	14,4
8. Клевер луговой + злаки	1	8,6	71,3	5,6	-	14,5
	2	15,3	63,8	7,7	-	13,2
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	20,7	64,0	0,0	1,7	13,6
	2	26,4	56,2	-	0,9	16,5
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	22,1	62,5	0,0	3,1	12,3
	2	27,2	61,8	-	1,8	9,2

*Примечание: КБ – кострец безостый, НЗ – несеянные злаки, ЛИ – люцерна изменчивая, КП – клевер ползучий, КЛ – клевер луговой, Р – разнотравье

Как следует из данных, представленных в таблице 16, подсев многолетних бобовых трав в опыте 1, проведенный 23 июля 2020 года, обеспечил появление всходов, учет которых был проведен 18 августа того же

года.

В первых двух вариантах не было произведено подсева исходя от изначального состава трав – злаковые компоненты. В вариантах вышло большее количество всходов 7 вариант – 46 шт./м² и 8 вариант - 52 шт./м².

Таблица 16 – Динамика приживаемости подсеянных бобовых компонентов в травостоях, шт./м²

Вариант	18 августа 2020 года	18 сентября 2020 года	20 апреля 2021 года
1. Злаки без удобрений	-	-	-
2. Злаки +N ₉₀	-	-	-
3. Клевер ползучий	38	17	2
4. Люцерна изменчивая сорт Селена	40	15	1
5. Клевер луговой	28	20	15
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	31	31	2
7. Клевер ползучий + злаки	46	15	2
8. Клевер луговой + злаки	52	18	10
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	36	12	1
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	25	13	2
НСР ₀₅	3	2	0,5

Спустя год после подсева был проведен подсчёт всходов подсеянных бобовых трав до начала 1 укоса 2021 года анализ данных таблицы 16 показывает, что за межвегетационный период (осень 2020 – весна 2021 гг.) произошло естественное изреживание травостоя подсеянных бобовых культур. Коэффициент сохранности доля растений, перезимовавших и сохранившихся к моменту первого укоса следующего года варьировал по вариантам опыта и в среднем составил 0,50-0,65, что соответствует общебиологическим закономерностям формирования многолетнего травостоя.

3.2. Динамика плотности старовозрастных травостоев

Плотность травостоев является одним из основных биометрических показателей, от которых зависит урожайность. В отличие от большинства однолетних культур многолетние травы имеют высокую степень побегообразования. Особенно сильно кустятся низовые злаки. Так, у газонных травостоев из тонколистных злаков плотность может достигать 15-20 тыс. побегов на 1 м². Сенокосные травостои с более широколистными злаками и бобовыми травами обычно имеют плотность от 500 до 3000 побегов на 1 м². Она сильно варьируется в зависимости от видов трав, условий увлажнения, плодородия почв и доз удобрений. В условиях опыта доминирующим компонентом травостоев является ежа сборная, которая превосходит большинство других верховых и полуверховых видов трав по интенсивности кущения, особенно при интенсивном азотном удобрении. В тоже время следует указать, что она уступает по зимостойкости тимopheевке луговой, овсянице луговой, кострецу безостому, и в отдельные годы может изреживаться, что сопровождается уменьшением густоты травостоев в первом укосе. Ежа сборная формирует крупные кусты с большим количеством побегов, и обычно вымерзают не целые растения, а часть побегов в кусте. В последующих укосах травостои восстанавливают густоту стояния побегов.

В условиях опыта в 2021 году как при двухукосном, так и при трехукосном использовании наибольшей плотностью характеризовались травостои в первом укосе – соответственно 1205-1584 и 1352-1721 побег на 1 м² (таблица 17). В большинстве вариантов более густые травостои формируются при трехкратном скашивании, что обусловлено наличием в составе агрофитоценозов большего количества низовых и полуверховых трав. При проведении двух укосов за сезон наибольшую густоту имеет травостой в варианте с внесением азотных удобрений (1584 побега на 1 м²), а при трех – вариант с клевером ползучим (1721 побег на 1 м²), в ботаническом составе которого большую долю занимают низовые травы.

Во втором укосе травостой при обоих режимах скашивания имеют близкую плотность – от 633 до 765 побегов на 1 м², причем несколько более густые травостои сформировались при внесении азотных удобрений.

В третьем укосе на фоне повышенного теплового режима и дефицита осадков интенсивность побегообразования снизилась по сравнению со вторым укосом в 1,5-2,1 раза.

Таблица 17 – Плотность травостоев в 2021 году, побегов шт. на 1 м²

Вариант	Трехукосное использование			Двухукосное использование	
	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос
1. Злаки без удобрений	1390	685	437	1488	674
2. Злаки +N ₉₀	1350	728	452	1584	765
3. Клевер ползучий	1721	680	452	1100	747
4. Люцерна изменчивая Селена	1364	718	451	1410	757
5. Клевер луговой	1345	695	439	1289	633
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1352	724	421	1209	753
7. Клевер ползучий + злаки	1528	729	382	1280	662
8. Клевер луговой +злаки	1428	699	415	1205	670
9. Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	1493	721	433	1315	714
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	1541	689	414	1464	677
НСР ₀₅	89	72	52	83	52

В 2022 году первый укос формировался в благоприятных условиях увлажнения и умеренных температурных условиях, что способствовало интенсивному побегообразованию трав, и получению агрофитоценозов с максимальной густотой – при двухукосном использовании 1541-2101 и трехукосном – 1699-2515 побегов на 1 м² (таблица 18).

Как и в предыдущем году от первого укоса к последнему количество побегов уменьшалось. В варианте с внесением азота больше, чем в других вариантах содержалось костреца безостого, формирующего высокорослые генеративные и вегетативные побеги, поэтому он не имел большого преимущества по плотности травостоев по сравнению с другими растительными сообществами, имеющими в своем составе значительную долю низовых трав.

Таблица 18 – Плотность травостоев в 2022 году, побегов шт. на 1 м²

Вариант	Трехукосное использование			Двухукосное использование	
	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос
1. Злаки без удобрений	1917	1145	777	2088	863
2. Злаки +N ₉₀	2176	1317	783	2101	815
3. Клевер ползучий	2107	1008	764	1627	621
4. Люцерна изменчивая Селена	2351	876	689	1929	1173
5. Клевер луговой	2336	1024	758	1881	997
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	2401	1163	673	1635	717
7. Клевер ползучий + злаки	1904	1182	691	1968	885
8. Клевер луговой +злаки	2051	1167	779	2063	733
9. Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	1699	936	704	1541	597
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	2515	1038	785	1681	875
НСР ₀₅	336	86	67	208	107

Дефицит атмосферных осадков в мае 2023 года (56% от нормы) негативно сказался на интенсивности побегообразования трав. По этой причине первый укос не имел такого преимущества по плотности травостоев как в 2021- 2022 гг. При двухкратном скашивании их количество составляло от 436 до 976 шт. и при трехукосном – от 421 до 982 шт. на 1 м² (таблица 19).

Таким образом, различия в плотности поливидовых агрофитоценозов по вариантам опыта в значительной степени зависит от соотношения низовых и верховых видов злаковых трав. Наличие в составе травостоев клевера ползучего, одуванчика лекарственного, подорожника ланцетолистного, у которых урожай формируется в основном за счет листьев, также влияет на общую плотность фитоценозов. Тем не менее, по количеству побегов можно говорить об изреженности травостоев или их высокой плотности.

Таблица 19 – Плотность травостоев в 2023 году, побегов шт. на 1 м²

Вариант	Трехукосное использование			Двухукосное использование	
	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос
1. Злаки без удобрений	617	567	409	976	788
2. Злаки +N ₉₀	982	1021	806	612	569
3. Клевер ползучий	458	644	676	510	636
4. Люцерна изменчивая Селена	617	720	756	796	498
5. Клевер луговой	421	524	632	624	468
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	839	740	834	736	542
7. Клевер ползучий + злаки	465	521	542	436	307
8. Клевер луговой +злаки	702	892	920	704	476
9. Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	576	616	516	732	605
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	725	852	604	782	612
НСР ₀₅	43	38	21	18	13

Исследования также показывают, что как правило максимальную плотность травостои, формируют, как правило, в первом укосе в условиях хорошей влагообеспеченности за счет весеннего запаса влаги в почве.

3.3. Высота бобовых и злаковых трав в составе старовозрастных агрофитоценозов

Высота является косвенным показателем, от которого зависит урожайность. Такие высокорослые злаковые травы как двукисточник тростниковый, кострец безостый, а из бобовых – козлятник восточный являются наиболее урожайными при двухкратном отчуждении надземной массы. При более частом трехукосном использовании преимущество по продуктивности получают виды с большим количеством вегетативных укороченных побегов и соответственно с более высокой отавностью. К таким видам можно отнести ежу сборную, овсяницу тростниковую, а из бобовых – люцерна. Низовые травы – мятлик луговой, овсяница красная, райграс пастбищный могут на пастбищах выдерживать 4-5-кратное стравливание, но побеги этих растений как генеративные, так и вегетативные являются низкорослыми.

В условиях опыта среди злаковых трав основной культурой является ежа сборная, которая относится к озимым травам, формирующим генеративные побеги только в первом укосе. Это предопределяет формирование более высоких побегов у злаковых трав в первом укосе. В 2021 году при двухкратном скашивании в первом укосе высота злаков по вариантам варьировалась от 83 до 89 см, а во втором укосе – от 54 до 57 см (таблица 20). При трехукосном использовании высота злаковых растений в первом укосе была меньше на 4-15 см, чем при двухукосном скашивании. Во втором и третьем укосах линейный рост злаков изменялся от 32 до 45 см, и различия между первым и вторым укосами были небольшими. При двухукосном скашивании второй укос формировался в течение длительного периода, поэтому побеги злаков достигали 53-57 см. Преобладающим бобовым компонентом травостоев является клевер луговой, причем в травостоях присутствовали как молодые растения, появившиеся из подсеянных в 2020 году семян, так и более старые растения, выросшие из твердых семян, находящихся в почве.

Таблица 20 – Высота трав при двухукосном и трехукосном использовании в 2021 году, см

Вариант	Укос	Двухукосное		Трехукосное	
		Бобовые	Злаковые	Бобовые	Злаковые
1.Злаки	1	44	83	43	79
	2	66	54	22	39
	3	-		40	42
2.Злаки + N ₉₀	1	42	85	43	79
	2	65	55	24	38
	3	-		44	40
3. Клевер ползучий	1	44	83	43	74
	2	67	57	30	32
	3	-		40	44
4. Люцерна изменчивая Селена	1	44	88	40	79
	2	66	53	29	38
	3	-		41	39
5. Клевер луговой	1	44	84	43	75
	2	67	56	23	33
	3	-		42	39
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	44	86	43	81
	2	65	55	25	37
	3	-		40	37
7. Клевер ползучий + злаки	1	45	85	45	79
	2	64	55	27	38
	3	-		42	45
8. Клевер луговой + злаки	1	42	83	43	76
	2	68	57	31	41
	3	-		40	39
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	40	89	40	74
	2	64	53	32	37
	3	-		39	41
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	44	86	41	78
	2	66	57	24	38
	3	-		40	38
НСР ₀₅	1	2	3	1	2
	2	3	3	2	2
	3	-		3	3

При двухукосном скашивании линейный рост бобовых трав в первом укосе составлял 42-45 см, и во втором увеличивался до 64-68 см.

Таблица 21 – Высота трав при двухукосном и трехукосном использовании в 2022 году, см

Вариант	Укос	Двухукосное		Трехукосное	
		Злаковые	Бобовые	Злаковые	Бобовые
1.Злаки	1	130	79	64	32
	2	36	52	21	30
	3	-		24	36
2.Злаки + N ₉₀	1	140	74	64	36
	2	43	55	68	35
	3	-		34	37
3. Клевер ползучий	1	124	73	66	35
	2	41	51	63	45
	3	-		27	41
4. Люцерна изменчивая Селена	1	128	74	64	48
	2	38	49	63	40
	3	-		33	43
5. Клевер луговой	1	130	79	65	38
	2	36	48	64	35
	3	-		26	39
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	126	73	66	31
	2	36	48	68	32
	3	-		33	41
7. Клевер ползучий + злаки	1	133	77	64	38
	2	37	43	61	32
	3	-		35	35
8. Клевер луговой + злаки	1	130	74	63	44
	2	37	42	622	36
	3	-		29	38
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	129	71	68	37
	2	33	43	65	32
	3	-		28	37
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	132	74	69	35
	2	37	45	63	33
	3	-		31	41
НСР ₀₅	1	7	8	4	4
	2	4	5	10	8
	3	-		3	3

Таблица 22 – Высота трав при двухукосном и трехукосном использовании в 2023 году, см

Вариант	Укос	Двухукосное		Трехукосное	
		Злаковые	Бобовые	Злаковые	Бобовые
1.Злаки	1	124	-	67	37
	2	36	-	72	30
	3	-		43	34
2.Злаки + N ₉₀	1	138	67	84	47
	2	49	43	78	39
	3	-		54	42
3. Клевер ползучий	1	130	47	73	43
	2	39	45	64	30
	3	-		45	43
4. Люцерна изменчивая Селена	1	126	51	73	38
	2	39	39	66	32
	3	-		49	38
5. Клевер луговой	1	131	53	75	41
	2	39	33	65	35
	3	-		42	39
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	135	42	78	37
	2	36	43	69	32
	3	-		40	37
7. Клевер ползучий + злаки	1	132	35	76	39
	2	36	35	63	31
	3	-		47	41
8. Клевер луговой + злаки	1	120	49	79	38
	2	38	36	65	33
	3	-		51	34
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	1	128	60	74	38
	2	39	32	68	35
	3	-		51	37
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	1	128	46	74	37
	2	37	31	67	34
	3	-		49	36
НСР ₀₅	1	12	6	5	4
	2	4	5	6	4
	3	-	-	3	3

Подсеянные растения медленно развивались и достигли полного развития только во втором укосе. К этому следует добавить более длительный период роста трав во втором укосе. Высота трав при трехкратном скашивании по укосам в значительной степени зависит от количества атмосферных осадков, выпадающих в весенний период и межукосные периоды. Засушливые условия в период формирования второго укоса отрицательно сказались на росте клевера лугового – его высота составила всего 22-32 см, в то время как в первых и третьих укосах была существенно выше – 39-45 см.

3.4. Урожайность старовозрастных травостоев, улучшенных подсевом бобовых трав

В 2021 году на 26-ой год жизни травостои имели схожий ботанический состав, доминирующими компонентами которого являлись злаковые травы, среди которых преобладала дикорастущая ежа сборная. Из высеянных в 1996 году злаковых трав в растительных сообществах сохранился кострец безостый. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 в небольшом количестве ещё присутствовала в фитоценозах на 25-ый год жизни травостоев, но к концу этого года окончательно изредилась из-за устойчивого переувлажнения почвы в течение первых трех месяцев вегетационного периода. После проведения в 2020 году подсева бобовых трав в дернину, значительную долю (30-40%) во всех фитоценозах стал занимать клевер луговой, хотя его подсеивали только в 5 и в 8-ом вариантах. Подсев люцерны оказался неэффективным, что обусловлено подкислением самого верхнего слоя почвы при длительной эксплуатации сенокоса. Урожайность варьировалась от 3,10 до 4,13 т/га сухой массы при трехкратном скашивании и от 3,37 до 3,90 т/га – при двухкратном (таблица 23, приложение А). Азотные удобрения не оказали положительного влияния на сбор корма, поскольку в злаковом травостое, под который вносили азот, также значительная доля приходилась на клевер луговой (приложение А). Минеральный азот, как известно, может отрицательно влиять на

симбиотическую деятельность клубеньковых бактерий, и внесение азотных удобрений под бобовые травы, как правило, не увеличивает их урожай.

В 2022 году урожайность травостоев возросла до 3,89-5,80 т/га (таблица 24, приложение Б), причем 64,7-88,5% урожая обеспечил первый укос. Травостои при двухукосном использовании в среднем по всем вариантам были более продуктивными на 7,32%.

Таблица 23 – Урожайность травостоев, т/га сухого вещества за 2021 г.
(числитель – двухукосное, знаменатель – трехукосное использование)

Варианты	1 укос	2 укос	3 укос	Всего
1. Злаки	<u>2,06</u> 1,93	<u>1,68</u> 0,56	- 1,14	<u>3,74</u> 3,63
2. Злаки +N ₉₀	<u>2,71</u> 2,15	<u>1,66</u> 0,94	- 0,98	<u>4,37</u> 4,07
3. Клевер ползучий	<u>1,91</u> 2,04	<u>1,49</u> 0,51	- 1,0	<u>3,40</u> 3,55
4. Люцерна изменчивая сорт Селена	<u>2,14</u> 2,15	<u>1,67</u> 0,41	- 0,99	<u>3,81</u> 3,55
5. Клевер луговой	<u>1,91</u> 2,12	<u>1,54</u> 0,57	- 1,08	<u>3,45</u> 3,77
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	<u>1,78</u> 2,09	<u>1,65</u> 0,53	- 1,01	<u>3,43</u> 3,63
7. Клевер ползучий + злаки	<u>2,34</u> 2,02	<u>1,56</u> 0,49	- 0,88	<u>3,90</u> 3,39
8. Клевер луговой + злаки	<u>1,87</u> 2,54	<u>1,52</u> 0,64	- 0,95	<u>3,39</u> 4,13
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + злаки	<u>1,89</u> 1,91	<u>1,57</u> 0,56	- 1,35	<u>3,46</u> 3,82
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злак	<u>1,74</u> 1,83	<u>1,63</u> 0,44	- 0,83	<u>3,37</u> 3,10
НСР ₀₅ частных различий				0,18
НСР ₀₅ режимов скашивания				0,12
НСР ₀₅ травостоев				0,05

Дефицит атмосферных осадков во вторую половину вегетационного периода не позволил получить полноценный третий укос. Максимальный

сбор корма (5,7 т/га) при трехкратном отчуждении надземной массы обеспечил злаковый травостой при внесении N_{90} .

При скашивании два раза урожайность травостоев с участием люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88 и Вега 87 составила 5,36-5,61 т/га, и существенно не отличалась от злакового травостоя с внесением азотных удобрений. Очевидно, сказалось последствие выращивания люцерны на содержание азота в почве. Она, в отличие от других видов бобовых трав, более длительное время сохранялась в травостоях. Травостой с люцерной Селена сильно изредился в 2020 году, и к 2022 году еще не успел восстановиться, поэтому он уступал по урожайности большинству вариантов.

Таблица 24 – Урожайность травостоев, т/га сухого вещества за 2022 г.,
(числитель – двухукосное, знаменатель – трехукосное использование)

Варианты	1 укос	2 укос	3 укос	Всего
1. Злаки	<u>4,44</u> 3,17	<u>0,80</u> 0,71	- 0,66	<u>5,24</u> 4,54
2. Злаки + N_{90}	<u>4,91</u> 3,81	<u>0,89</u> 1,17	- 0,72	<u>5,80</u> 5,70
3. Клевер ползучий	<u>4,46</u> 3,11	<u>0,73</u> 0,88	- 0,67	<u>5,19</u> 4,61
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>4,07</u> 2,66	<u>0,79</u> 0,76	- 0,68	<u>4,86</u> 4,10
5. Клевер луговой	<u>4,37</u> 2,60	<u>0,74</u> 0,79	- 0,49	<u>5,11</u> 3,88
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	<u>4,84</u> 2,91	<u>0,77</u> 0,97	- 0,49	<u>5,61</u> 4,47
7. Клевер ползучий + злаки	<u>4,09</u> 3,10	<u>0,78</u> 0,88	- 0,40	<u>4,87</u> 4,38
8. Клевер луговой + злаки	<u>4,28</u> 3,09	<u>0,82</u> 0,93	- 0,53	<u>5,10</u> 4,55
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + злаки	<u>4,71</u> 3,25	<u>0,76</u> 0,97	- 0,35	<u>5,47</u> 4,47
10. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88 + злаки	<u>4,65</u> 3,07	<u>0,71</u> 0,85	- 0,49	<u>5,36</u> 4,41
НСР ₀₅ частных различий				0,47
НСР ₀₅ режимов скашивания				0,33
НСР ₀₅ травостоев				0,15

Насколько старовозрастный травостой подвержен влиянию погодных условий показали исследования 2023 года. Дефицит атмосферных осадков в мае, когда формировался основной урожай при трехукосном использовании и значительная его часть при двухкратном скашивании, привел к необычному поступлению корма по укосам. При трехкратном скашивании на первый укос приходилось только 18,8-27,1% годового урожая (таблица 25).

Таблица 25 – Урожайность травостоев, т/га сухого вещества за 2023 г.
(числитель – двухукосное, знаменатель – трехукосное использование)

Вариант	1 укос	2 укос	3 укос	За год
1. Злаки	<u>1,79</u> 0,59	<u>0,33</u> 2,05	- 0,39	<u>2,12</u> 3,03
2. Злаки +N ₉₀	<u>2,26</u> 0,93	<u>0,76</u> 2,69	- 0,42	<u>3,02</u> 4,04
3. Клевер ползучий	<u>1,41</u> 0,71	<u>0,32</u> 2,31	- 0,31	<u>1,73</u> 3,33
4. Люцерна изменчивая сорт Селена	<u>1,41</u> 0,79	<u>0,35</u> 1,89	- 0,25	<u>1,76</u> 2,93
5. Клевер луговой	<u>1,65</u> 0,65	<u>0,43</u> 1,76	- 0,34	<u>2,08</u> 2,75
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	<u>1,68</u> 0,55	<u>0,45</u> 2,00	- 0,38	<u>2,13</u> 2,93
7. Клевер ползучий + злаки	<u>1,97</u> 0,78	<u>0,44</u> 2,44	- 0,35	<u>2,41</u> 3,57
8. Клевер луговой + злаки	<u>1,79</u> 0,68	<u>0,42</u> 2,03	- 0,35	<u>2,21</u> 3,06
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + злаки	<u>2,07</u> 0,94	<u>0,50</u> 2,09	- 0,53	<u>2,57</u> 3,56
10. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88 + злаки	<u>2,04</u> 0,66	<u>0,45</u> 2,31	- 0,32	<u>2,49</u> 3,29
НСР ₀₅ частных различий				0,42
НСР ₀₅ режимов скашивания				0,30
НСР ₀₅ травостоев				0,13

При двухкратной дефолиации, наоборот, 77,4-84,4% годового урожая получено в первом укосе, значительная доля которого прирастала в июне, когда количество выпавших осадков соответствовало норме. Хотя июль был обильным на дожди, они выпадали крайне неравномерно. Так, в первой декаде этого месяца выпало только 3,3 мм атмосферных осадков, а температура воздуха превысила норму на 1,7°C. Август также крайне неблагоприятным по

распределению атмосферных осадков – в первой декаде выпало только 0,2 мм и в третьей – 3,3 мм. Считается, что при повышенном тепловом фоне ежедневно с поверхности луга испаряется 3-5 мм влаги.

Ежа сборная превосходит по засухоустойчивости тимофеевку луговую, овсяницу луговую, мятлик луговой, райграс пастбищный, но, очевидно, что под действием неблагоприятных условий резко снизилась побегообразовательная способность растений, и урожай второго укоса оказался очень низким – 0,32-0,66 т/га сухого вещества. Негативное влияние на жизненность трав могли также оказать засушливые условия, сложившиеся в августе и начале сентября предыдущего года вегетации. Так, за весь август выпало только 4,0% осадков, а температура на 4,2°C превысила норму. Первая декада сентября также характеризовалась дефицитом осадков (29% от нормы), а температура, наоборот, была ниже нормы на 4,8°C. Такие условия не обеспечили накопления в корневой системе достаточного количества запасных углеводов, которые расходуются в период весеннего отрастания трав.

В условиях специфичного распределения количества осадков и температуры в течение вегетационного периода 2023 года трехукосный режим скашивания превзошел двухукосный по урожайности в 1,4 раза (приложение В). При обоих режимах скашивания максимальный урожай получен в варианте с азотным удобрением – 4,04 т/га при трехукосном использовании и 3,02 т/га сухой массы – при двухукосном. Из других вариантов при двукратном отчуждении надземной массы можно выделить смеси злаков с люцерной и клевером ползучим, которые уступили злаковому травостоя, удобряемому азотом на 17,5-25,3%. При проведении трех укосов преимущество имели такие же травосмеси и еще одновидовой посев клевера ползучего.

В среднем за три года в вариантах без внесения азотных удобрений урожайность при двухукосном использовании изменяется от 3,44 до 4,01 т/га и при трехукосном – от 3,47 до 3,95 т/га сухого вещества (таблица 26,

приложение Г). Для большинства вариантов различия между режимами скашивания были незначительными. При внесении азотных удобрений оба режима скашивания обеспечивают максимальный урожай – соответственно 4,4 т/га при проведении двух укосов и 4,6 т/га – при трех. Лишь в варианте с клевером ползучим травостой с более частым трехкратным скашиванием дает на 0,39 т/га больше сухой массы, чем при двух укосах. В течение большей части периода эксплуатации травостоев доля клевера ползучего была более высокой именно при трехукосном использовании. Очевидно, здесь складывается более благоприятный азотный режим почвы для роста трав.

Таблица 26 – Урожайность травостоев, т/га сухого вещества (среднее за 3 года)

(верхняя цифра – двухукосное, нижняя – трехукосное использование)

Варианты	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
1. Злаки	<u>3,74</u> 3,63	<u>5,24</u> 4,55	<u>2,12</u> 3,03	<u>3,70</u> 3,74
2. Злаки +N ₉₀	<u>4,37</u> 4,07	<u>5,80</u> 5,70	<u>3,02</u> 4,04	<u>4,40</u> 4,60
3. Клевер ползучий	<u>3,40</u> 3,55	<u>5,19</u> 4,61	<u>1,73</u> 3,33	<u>3,44</u> 3,83
4. Люцерна изменчивая сорт Селена	<u>3,81</u> 3,55	<u>4,86</u> 4,11	<u>1,76</u> 2,93	<u>3,48</u> 3,53
5. Клевер луговой	<u>3,45</u> 3,77	<u>5,11</u> 3,89	<u>2,08</u> 2,75	<u>3,55</u> 3,47
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	<u>3,43</u> 3,63	<u>5,61</u> 4,46	<u>2,13</u> 2,93	<u>3,72</u> 3,67
7. Клевер ползучий + злаки	<u>3,90</u> 3,39	4,87 4,38	<u>2,41</u> 3,57	<u>3,73</u> 3,78
8. Клевер луговой + злаки	<u>3,39</u> 4,13	<u>5,10</u> 4,55	<u>2,21</u> 3,06	<u>3,57</u> 3,91
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + злаки	<u>3,46</u> 3,82	<u>5,47</u> 4,46	<u>2,57</u> 3,56	<u>3,83</u> 3,95
10. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88 + злаки	<u>3,37</u> 3,10	<u>5,36</u> 4,43	<u>2,49</u> 3,29	<u>3,74</u> 3,61
НСР ₀₅ частных различий	0,18	0,47	0,42	0,24
НСР ₀₅ режимов скашивания	0,12	0,33	0,30	0,17
НСР ₀₅ травостоев	0,05	0,15	0,13	0,07

За длительный период использования травы адаптируются к различным режимам скашивания, и в среднем за 27-29-ый годы жизни дают практически одинаковые урожаи. Значительного влияния последствий различных видов трав и травосмесей на урожайность не отмечается.

Таблица 27 – Урожайность травостоев, т/га сухого вещества за 2024 г.
(числитель – двухукосное, знаменатель – трехукосное использование)

Вариант	1 укос	2 укос	3 укос	За год
1. Злаки	<u>0,99</u> 0,94	<u>1,30</u> 0,63	- 0,50	<u>2,29</u> 2,07
2. Злаки +N ₉₀	<u>2,20</u> 1,38	<u>1,88</u> 1,01	- 0,79	<u>4,08</u> 3,18
3. Клевер ползучий	<u>1,35</u> 0,92	<u>1,20</u> <u>0,65</u>	- 0,54	<u>2,55</u> 2,11
4. Люцерна изменчивая сорт Селена	<u>1,30</u> 0,96	<u>1,15</u> <u>0,78</u>	- 0,52	<u>2,45</u> 2,26
5. Клевер луговой	<u>1,48</u> 1,12	<u>1,40</u> <u>0,84</u>	- 0,54	<u>2,88</u> 2,50
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	<u>1,51</u> 1,02	<u>1,25</u> <u>0,70</u>	- 0,52	<u>2,76</u> 2,24
7. Клевер ползучий + злаки	<u>1,27</u> 0,84	<u>1,20</u> 0,63	- 0,49	<u>2,47</u> 1,96
8. Клевер луговой + злаки	<u>1,53</u> 1,00	<u>1,45</u> 0,72	- 0,74	<u>2,98</u> 2,46
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + злаки	<u>1,51</u> 0,98	<u>1,32</u> 0,70	- 0,57	<u>2,83</u> 2,25
10. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88 + злаки	<u>1,48</u> 1,04	<u>1,38</u> 0,66	- 0,54	<u>2,86</u> 2,24
НСР ₀₅ частных различий				0,12
НСР ₀₅ режимов скашивания				0,09
НСР ₀₅ травостоев				0,04

Контрольный вариант со злаками существенно не отличается от травостоев с участием бобовых компонентов, хотя следует указать, что в его составе в отдельные годы до 35% занимал клевер ползучий и клевер луговой. Различия в урожаях за предыдущий период использования агрофитоценозов по вариантам опыта, несомненно, оказывают влияние на вынос элементов питания из почвы, а он был значительно более высоким в вариантах с бобовыми травами, а также с внесением азотных удобрений. Без

дополнительного внесения удобрений баланс фосфора и калия может быть более дефицитным в вариантах с более высокими урожаями. В тоже время люцерна и клевер луговой, благодаря глубокой стержневой корневой системе, может обеспечивать биологическое накопление элементов питания в верхнем пахотном слое почвы.

Сильное засорение травостоев малопродуктивным разнотравьем на 29-й год жизни при трехкратном скашивании привело к снижению урожайности неудобряемых травостоев до 2,07-2,50 т/га в 2024 году (таблица 27, приложение Д) и до 1,30-2,22 т/га в 2025 году (таблица 28 ,приложение Е). Этот уровень урожайности присущ травостоям с природными травостоями на суходольных лугах. При внесении азота в дозе 90 кг/га в 2024 году урожайность возросла в 1,3-1,5 раза и в 2025 году – в 1,8-3,0 раза.

При двухкратном режиме скашивания в ботаническом составе травостоев на 29-30-й гг. жизни преобладали продуктивные злаки, что обеспечило более высокий уровень урожайности – от 2,29 до 3,73 т/га в вариантах без азота и при внесении азотных удобрений – 4,08 (2024 г.) и 5,87 т/га (2025 г.). Более благоприятные условия увлажнения 2025 года способствовали повышению урожайности по сравнению с предыдущим годом в 1,3 раза.

В среднем за 26-30-й гг. жизни травостои без внесения азотных удобрений давали урожай от 3,29 до 3,56 т/га (таблица 29, приложение Ж) за два укоса, то есть различия между вариантами были не существенными. Трехкратный режим скашивания уступал по урожайности в среднем по всем вариантам без азота на 12,6%. Подсев клевера лугового в злаково-клеверный травостой способствовал повышению урожайности по сравнению с контролем без подсева на 10,1%. При подсеве может решаться задача не только по увеличению продуктивности кормовых угодий, но и обогащению их ценными кормовыми травами, способствующими повышению питательности кормов и их поедаемости.

Таблица 28 – Урожайность травостоев, т/га сухого вещества за 2025 г.
(числитель – двухукосное, знаменатель – трехукосное использование)

Вариант	1 укос	2 укос	3 укос	За год
1. Злаки	<u>1,61</u> 0,66	<u>1,45</u> 0,49	- 0,37	<u>3,06</u> 1,52
2. Злаки +N ₉₀	<u>3,12</u> 1,94	<u>2,75</u> 1,13	- 0,85	<u>5,87</u> 3,92
3. Клевер ползучий	<u>1,69</u> 0,59	<u>1,40</u> 0,37	- 0,34	<u>3,09</u> 1,30
4. Люцерна изменчивая сорт Селена	<u>2,03</u> 1,21	<u>1,62</u> 0,56	- 0,41	<u>3,65</u> 2,18
5. Клевер луговой	<u>2,05</u> <u>1,32</u>	<u>1,68</u> 0,51	- 0,39	<u>3,73</u> 2,22
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	<u>2,18</u> 0,81	<u>1,50</u> 0,53	- 0,42	<u>3,68</u> 1,76
7. Клевер ползучий + злаки	<u>1,61</u> 0,51	<u>1,42</u> 0,48	- 0,37	<u>3,03</u> 1,36
8. Клевер луговой + злаки	<u>2,00</u> 1,19	<u>1,48</u> 0,51	- 0,39	<u>3,48</u> 2,09
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + злаки	<u>2,03</u> 0,64	<u>1,42</u> 0,42	- 0,34	<u>3,45</u> 1,40
10. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88 + злаки	<u>2,21</u> 0,70	<u>1,50</u> 0,46	- 0,36	<u>3,71</u> 1,52
НСР ₀₅ частных различий НСР ₀₅ режимов скашивания НСР ₀₅ травостоев				0,25
				0,17
				0,07

Применение азота способствовало повышению урожайности травостоев при двух и трехкратном скашивании соответственно на 36,2 и 38,4%.

Для оценки питательности кормов использует показатель обменной энергии. Концентрация обменной энергии определяется количеством органических компонентов в корме и степенью их усвояемости организмом животного. Усвояемость кормовых веществ играет ключевую роль. Как указано в работе Бычковой Т.С. и Артемовой Е.Н. (2013), чем выше перевариваемость органических веществ, тем выше уровень обменной энергии и это связано с уменьшением потерь энергии с экскрементами.

Показатель обменной энергии в кормах характеризуют способность обеспечивать физиологические потребности для животного. Для каждого вида животного производится своей расчёт, мы руководствовались математической регрессией для крупного рогатого скота.

Таблица 29 – Урожайность травостоев, т/га сухого вещества
(среднее за 5 лет)
(числитель – двухукосное, знаменатель – трехукосное использование)

Варианты	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	среднее
1. Злаки	<u>3,74</u> 3,63	<u>5,24</u> 4,55	<u>2,12</u> 3,03	<u>2,29</u> 2,07	<u>3,06</u> 1,52	<u>3,29</u> 2,96
2. Злаки +N ₉₀	<u>4,37</u> 4,07	<u>5,8</u> 5,7	<u>3,02</u> 4,04	<u>4,08</u> 3,18	<u>5,87</u> 3,92	<u>4,63</u> 4,18
3. Клевер ползучий	<u>3,4</u> 3,55	<u>5,19</u> 4,61	<u>1,73</u> 3,33	<u>2,55</u> 2,11	<u>3,09</u> 1,3	<u>3,19</u> 2,98
4. Люцерна изменчивая сорт Селена	<u>3,81</u> 3,55	<u>4,86</u> 4,11	<u>1,76</u> 2,93	<u>2,45</u> 2,26	<u>3,65</u> 2,18	<u>3,31</u> 3,01
5. Клевер луговой	<u>3,45</u> 3,77	<u>5,11</u> 3,89	<u>2,08</u> 2,75	<u>2,88</u> 2,50	<u>3,73</u> 2,22	<u>3,45</u> 3,03
6. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88	<u>3,43</u> 3,63	<u>5,61</u> 4,46	<u>2,13</u> 2,93	<u>2,76</u> 2,24	<u>3,68</u> 1,76	<u>3,52</u> 3,00
7. Клевер ползучий + злаки	<u>3,9</u> 3,39	<u>4,87</u> 4,38	<u>2,41</u> 3,57	<u>2,47</u> 1,96	<u>3,03</u> 1,36	<u>3,34</u> 2,93
8. Клевер луговой + злаки	<u>3,39</u> 4,13	<u>5,10</u> 4,55	<u>2,21</u> 3,06	<u>2,98</u> 2,46	<u>3,48</u> 2,09	<u>3,43</u> 3,26
9. Люцерна изменчивая сорт Вега 87 + злаки	<u>3,46</u> 3,82	<u>5,47</u> 4,46	<u>2,57</u> 3,56	<u>2,83</u> 2,25	<u>3,45</u> 1,4	<u>3,56</u> 3,10
10. Люцерна изменчивая сорт Пастбищная 88 + злаки	<u>3,37</u> 3,10	<u>5,36</u> 4,43	<u>2,49</u> 3,29	<u>2,86</u> 2,24	<u>3,71</u> 1,52	<u>3,56</u> 2,92
НСР ₀₅ частных различий	0,18	0,47	0,42	0,12	0,06	0,16
НСР ₀₅ режимов скашивания	0,12	0,33	0,30	0,09	0,04	0,11
НСР ₀₅ травостоев	0,05	0,15	0,13	0,04	0,02	0,05

В 2021 году (таблица 30) при двухукосном использовании травостоя внесение азотных удобрений способствовало достоверному увеличению энергетического выхода в первом укосе до 27,48 ГДж/га, по сравнению с контролем 20,88 ГДж/га, где удобрения не применялись. Однако во втором

укосе различия были менее выраженными, что может быть связано с постепенным снижением действия удобрений. Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) подсеянный в 2020 году в системе трехукосного использования в составе злаково – бобовых травосмесей, демонстрирует более высокий выход энергии в первом укосе – 26,57 ГДж/га. Это объясняется синергетическим эффектом взаимодополняющего использования ресурсов разными компонентами фитоценоза. Вариант с люцерной изменчивой сорта Селена характеризовался повышенными показателями обменной энергии в первом укосе (21,45 и 22,43 ГДж/га), что обусловлено высокой продуктивностью и интенсивным ростом культуры в ранневегетационный период. Анализ данных (таблица 30) показал достоверные различия между укосами при всех вариантах использования травостоя.

Это связано с тем, что растения в первом укосе аккумулируют максимальное количество энергии благодаря активной ростовой фазе, тогда как ко второму укосу наблюдается снижение фотосинтетической активности. При трехукосном режиме использования травостоя выход обменной энергии во втором укосе в варианте с доминированием злаковых трав был существенно ниже 5,94 ГДж/га по сравнению с двухукосным режимом 16,88 ГДж/га. Данное различие обусловлено тем, что при увеличении частоты скашивания растения не успевают полностью восстановить фотосинтетический аппарат и накопить достаточный запас биомассы. Однако третий укос частично компенсирует снижение продуктивности, обеспечивая дополнительный сбор энергии. В варианте с люцерной изменчивой сорта Вега 87 в составе злаково-бобовой травосмеси при трехукосном использовании отмечен высокий выход ОЭ в третьем укосе – 14,28 ГДж/га. Это может быть связано с высокой регенеративной способностью бобового компонента после скашивания, обеспечивающей интенсивное отрастание вторичной биомассы. Данный показатель объясняется тем, что максимальная аккумуляция энергии в растительной биомассе сохраняется на начальных этапах вегетации. Во

втором укосе наблюдалось снижение выхода ОЭ на 50–80%, что связано с уменьшением продуктивности травостоя вследствие истощения резервных веществ и сокращения фотосинтетической активности.

Таблица 30 – Выход обменной энергии в 2021 год, ГДж с 1 га

Вариант	1 укос	2 укос	3 укос
Двухукосное использование			
1.Злаки	20,88	16,88	-
2.Злаки + N ₉₀	27,48	16,67	-
3. Клевер ползучий	19,18	14,98	-
4. Люцерна изменчивая Селена	21,45	16,76	-
5. Клевер луговой	19,38	15,49	-
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	18,00	16,55	-
7. Клевер ползучий + злаки	23,63	15,62	-
8. Клевер луговой + злаки	18,77	15,37	-
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	19,26	15,78	-
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	17,48	16,32	-
Трехукосное использование			
1.Злаки	20,51	5,94	12,10
2.Злаки + N ₉₀	22,55	10,03	10,46
3. Клевер ползучий	21,21	5,44	10,71
4. Люцерна изменчивая Селена	22,43	4,36	10,46
5. Клевер луговой	22,18	6,07	11,46
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	21,93	5,67	10,83
7. Клевер ползучий + злаки	21,06	5,22	9,34
8. Клевер луговой + злаки	26,57	6,83	10,14
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	19,93	5,93	14,28
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	19,02	4,68	8,84

В третьем укосе выход обменной энергии составлял 3-7 ГДж/га, что существенно ниже показателей предыдущих укосов. Наблюдаемое снижение продуктивности обусловлено дефицитом атмосферных осадков в вегетационный период, вызвавшим развитие водного дефицита у растений. Это привело к энергетическому стрессу, что негативно сказалось на

регенерационной способности растений и аккумуляции питательных веществ в биомассе. Бобовые культуры продемонстрировали более стабильную продуктивность во всех укосах, особенно во втором и третьем. Так, в варианте с люцерной изменчивой сорта Селена при трехукосном использовании зафиксированы следующие показатели ОЭ: 27,94 ГДж/га в первом укосе, 8,09 ГДж/га во втором укосе, 7,23 ГДж/га в третьем укосе. Высокая восстановительная способность бобовых компонентов после скашивания обусловлена их симбиотической азотфиксирующей активностью, обеспечивающей дополнительное азотное питание.

Таблица 31 – Выход обменной энергии 2022 год, ГДж с 1 га

Вариант	1 укос	2 укос	3 укос
Двухукосное использование			
1.Злаки	44,86	7,99	-
2.Злаки + N ₉₀	49,55	8,90	-
3. Клевер ползучий	44,83	7,36	-
4. Люцерна изменчивая Селена	40,79	7,88	-
5. Клевер луговой	44,16	7,39	-
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	48,60	7,69	-
7. Клевер ползучий + злаки	41,15	7,78	-
8. Клевер луговой + злаки	43,07	8,16	-
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	47,80	7,62	-
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	46,50	7,10	-
Трехукосное использование			
1.Злаки	33,51	7,53	7,03
2.Злаки + N ₉₀	40,17	12,44	7,71
3. Клевер ползучий	32,65	9,33	7,18
4. Люцерна изменчивая Селена	27,94	8,09	7,23
5. Клевер луговой	27,31	8,40	5,24
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	30,70	10,36	5,21
7. Клевер ползучий + злаки	32,45	9,39	4,27
8. Клевер луговой + злаки	32,48	9,98	5,66
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	34,20	10,27	3,70
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	32,16	9,01	5,19

В частности, люцерна сорта Пастбищная 88 в двухукосном режиме использования продемонстрировала исключительно высокую продуктивность - 48,60 ГДж/га, превысив аналогичный показатель у клевера лугового,

составивший 44,83 ГДж/га. Сравнительный анализ режимов использования показал, что двухукосный режим обеспечивает максимальный выход обменной энергии в первом укосе, в то время как трехукосный режим характеризуется более равномерным распределением продуктивности между укосами, но при этом снижает суммарный выход ОЭ.

На основании данных 2022 года (таблица 31) можно заключить, что для достижения максимальных показателей обменной энергии наиболее эффективным является двухукосный режим использования травостоев в сочетании с применением минеральных удобрений и возделыванием высокопродуктивных устойчивых культур.

Таблица 32 – Выход обменной энергии 2023 год, ГДж с 1 га

Вариант	1 укос	2 укос	3 укос
Двухукосное использование			
1.Злаки	18,03	3,28	-
2.Злаки + N90	22,69	7,57	-
3. Клевер ползучий	14,19	3,23	-
4. Люцерна изменчивая Селена	14,13	3,47	-
5. Клевер луговой	16,61	4,27	-
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	16,75	4,47	-
7. Клевер ползучий + злаки	19,74	4,37	-
8. Клевер луговой + злаки	18,06	4,12	-
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	20,92	5,00	-
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	20,30	4,49	-
Трехукосное использование			
1.Злаки	6,20	21,74	4,17
2.Злаки + N90	9,86	28,47	4,51
3. Клевер ползучий	7,53	24,33	3,32
4. Люцерна изменчивая Селена	8,35	20,11	2,68
5. Клевер луговой	6,85	18,69	3,66
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	5,84	21,34	4
7. Клевер ползучий + злаки	8,20	26,11	3,75
8. Клевер луговой + злаки	7,18	21,91	3,74
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	9,98	22,10	5,61
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	6,97	24,42	3,37

В 2023 году (таблица 32) отмечены атипичные показатели выхода обменной энергии по укосам, что обусловлено специфическими

метеорологическими условиями и неравномерным распределением осадков в течение вегетационного периода. Наибольшая продуктивность при двухукосном режиме зафиксирована в первом укосе в варианте со злаковыми травами с внесением азотных удобрений - 22,69 ГДж/га, что подтверждает стимулирующее действие минерального азота на продуктивность злаковых агроценозов.

Минимальные значения отмечены в вариантах с клевером ползучим 14,19 ГДж/га и люцерной изменчивой сорта Селена 14,13 ГДж/га, что характерно для начальных фаз роста бобовых культур, отличающихся замедленным темпом начального развития. Во втором укосе максимальная энергетическая продуктивность, составившая 7,57 ГДж/га, была зафиксирована в варианте с посевами злаковых культур при внесении минеральных удобрений, что свидетельствует о высокой эффективности применения удобрений для повышения энергетического потенциала травостоя. При трехукосном использовании в варианте с минеральными удобрениями выход ОЭ в первом укосе составил лишь 9,86 ГДж/га против 22,69 ГДж/га при двухукосном режиме. Однако во втором укосе данного варианта зафиксирован высокий показатель - 28,47 ГДж/га, что может быть связано с установлением оптимальных гидротермических условий в межукосный период, аккумуляцией минерального азота в почве после первого укоса. В третьем укосе отмечено снижение энергетической продуктивности до 4,51 ГДж/га, что обусловлено истощением фитоценологических ресурсов и ухудшением условий роста к позднему периоду вегетационного сезона.

Сравнительный анализ трехлетней динамики (таблица 33). За период исследований выявлены следующие закономерности: 2021 год характеризуется средними значениями выхода ОЭ, отражающими стандартные агроклиматические условия. 2022 год отличается максимальной продуктивностью для большинства вариантов, особенно для злаков с удобрением в двухукосном режиме 58,45 ГДж/га; 2023 год наблюдается резкое

снижение продуктивности клевера ползучего 17,42 ГДж/га против 52,19 ГДж/га в 2022 году. Такая разница в 2023 году обусловлена экстремальными засушливыми условиями и почвенным истощением после рекордного урожая предыдущего года. Сравнение режимов использования за трехлетний период показало, что трехукосный режим в отдельных вариантах (злаки + удобрение) превосходит двухукосный по среднему выходу ОЭ 48,73 ГДж/га против 44,29 ГДж/га соответственно. В 2023 году трехукосный режим продемонстрировал более стабильные показатели: 42,84 ГДж/га против 30,26 ГДж/га в двухукосном варианте при аналогичном составе травостоя.

Таблица 33 – Выход обменной энергии, ГДж с 1 га (среднее за 3 года)

Вариант	2021	2022	2023	среднее
Двухукосное использование				
1.Злаки	37,76	52,85	21,31	37,31
2.Злаки + N ₉₀	44,15	58,45	30,26	44,29
3. Клевер ползучий	34,16	52,19	17,42	34,59
4. Люцерна изменчивая Селена	38,21	48,67	17,6	34,83
5. Клевер луговой	34,87	51,55	20,88	35,77
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	34,55	56,29	21,22	37,35
7. Клевер ползучий + злаки	39,25	48,93	24,11	37,43
8. Клевер луговой + злаки	34,14	51,23	22,18	35,85
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	35,04	55,42	25,92	38,79
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	33,80	53,60	24,79	37,40
Трехукосное использование				
1.Злаки	38,55	48,07	32,11	39,58
2.Злаки + N ₉₀	43,04	60,32	42,84	48,73
3. Клевер ползучий	37,36	49,16	35,18	40,57
4. Люцерна изменчивая Селена	37,25	43,26	31,14	37,22
5. Клевер луговой	39,71	40,95	29,2	36,62
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	38,43	46,27	31,18	38,63
7. Клевер ползучий + злаки	46,27	31,18	38,63	
8. Клевер луговой + злаки	35,62	46,11	38,06	39,93
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	43,54	48,12	32,83	41,50
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	40,14	48,17	37,69	42,00

Наибольшая продуктивность за период исследований отмечена в варианте с люцерной изменчивой сорта Пастбищная 88, достигшей в 2022 году максимального значения выхода обменной энергии - 56,29 ГДж/га. Однако в 2023 году наблюдалось резкое снижение показателя до 21,22 ГДж/га, что связано с высокой чувствительностью данного сорта к гидротермическому стрессу. Глубокая корневая система люцерны, являясь адаптационным преимуществом в обычных условиях, делает культуру уязвимой при дефиците почвенной влаги.

Вариант с клевером луговым продемонстрировал меньшую абсолютную продуктивность по сравнению с люцерной, но отличался большей стабильностью в составе злаково-бобовых травосмесей, со средним значением выхода ОЭ 35,85 ГДж/га. Межвидовые различия данных обусловлены биологическими особенностями изучаемых видов, спецификой их адаптационных механизмов, различиями в агротехнических требованиях.

ГЛАВА 4. УЛУЧШЕНИЕ ТРАВСТОЕВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОДСЕВОМ В ДЕРНИНУ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

4.1. Трансформация травостоев вейниковой залежи при различных способах подсева козлятника восточного подсева

Подсев многолетних бобовых трав в травостой залежей и пашни, временно выбывшей из оборота, может быть направлен на улучшение кормовой ценности луговых травостоев. В связи с этим был заложен опыт с использованием козлятника восточного (опыт 2).

Для подсева в исследованиях, выполненных в 2019-2023 гг. в условиях Московской области, был использован козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.). Была изучена эффективность трех способов подсева (разбросной, бороздковый и разбросной с заделкой семян боронованием) и двух сроков подсева – весенний и летний. Козлятник был подсеян в дернину вейниковой залежи нескарифицированными семенами в норме 16 кг/га. Полевая всхожесть семян козлятника была низкой – 6,5-11,7%. Подсеянные растения козлятника очень медленно развивались в травостое вейника наземного, и только на третий год достигли фазы цветения при доле козлятника в урожае 28-66%. В последующие годы корневищный козлятник активно размножался и увеличил свое участие в ботаническом составе фитоценозов до 82-96%. Доминирование козлятника восточного обеспечило повышение урожайности улучшенных травостоев в 2,1-2,2 раза с 2,06-2,11 до 4,43-4,58 т/га сухой массы. Способы и сроки подсева существенно не различались по урожайности, что в значительной степени обусловлено благоприятными условиями атмосферного увлажнения, способствовавшими укоренению подсеянных растений даже при разбросном подсеве (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., Куренкова Е.М., Кухаренкова О.В., 2022).

Для получения травяных кормов используются не только сеяные и естественные кормовые угодья, но и травостой залежных земель. В ботаническом составе молодых залежей нередко доминирующими видами являются такие корневищные травы, как вейник наземный или пырей

ползучий (*Elytrigia repens* (L) Nevski), а также различные виды разнотравья (Лазарев и др., 2014). Они уступают по урожайности и качеству получаемого корма сеяным травостоям. Улучшить природные травостои залежных земель можно коренным или поверхностным способами. Коренное улучшение предусматривает проведение нового посева трав, что требует значительных затрат на обработку почвы и семена трав. Мероприятия поверхностного улучшения проводятся на существующем травостое и наиболее действенными способами из них являются подсев трав в дернину и внесение удобрений. Внесение удобрений, в первую очередь азотных, усиливает кущение злаковых трав, что способствует увеличению густоты травостоев и их урожайности (Зотов, Сабитов, 2005). Обогащения ботанического состава травостоев ценными видами растений можно достичь путем подсева трав в дернину (Носов, 1998; Лазарев, 2011; Guretzky et al, 2004; Kohoutek et al, 2013). Однако, на приживаемость подсеянных трав отрицательное влияние оказывает конкуренция старого травостоя, большая зараженность вредителями и болезнями, недостаточная глубина заделки семян в почву. Ослабить конкуренцию старого травостоя позволяет частая дефолиация трав, изреживание их механической обработкой или ингибирование гербицидами (Лазарев и др., 2014; Granatstein et al., 2013). Использование специальных сеялок для подсева в дернину или сеялок прямого посева позволяет заделать семена на оптимальную глубину (Khatiwada et. al, 2021).

Наиболее благоприятное влияние на урожайность и качество кормов оказывает обогащение улучшаемых травостоев бобовыми травами, именно их доля в составе луговых ценозов является малой, или они отсутствуют совсем. На травяных угодьях наиболее часто рекомендуется подсевать клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), люцерну посевную (*Medicago sativa* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) и лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) (Taylor, Allinson, 1983, Kohoutek et al., 2013; Sturite, Lunnan, 2017). Клевер луговой лучше приживается при подсеве, чем другие бобовые травы, но его

долголетие ограничено 2-3 годами. Люцерна приживается хуже, поскольку она медленнее развивается в первый год жизни и является довольно требовательной культурой к почвенному плодородию (Лазарев, 2011).

Наиболее долголетним бобовым видом является козлятник восточный, который находит все более широкое использование в травосеянии нашей страны. Медленный рост и развитие козлятника нередко приводит к формированию в год посева сильно засоренных травостоев. Однако, козлятник восточный обладает способностью активно размножаться корневищами и к 3-4-ому году жизни густота травостоев обычно достигает оптимальных параметров (Данилов, 2011; Лазарев и др., 2019). Подсев семян козлятника восточного в природные травостои залежных земель может решить задачи не только по увеличению их продуктивности, но и повышению плодородия почв за счет активной симбиотической азотфиксации этого растения. Козлятник фиксирует 140-240 кг/га азота в год, а его потенциальная азотфиксация может достигать 510 кг/га (Завалин и др., 2016). Подсев долголетних бобовых трав может также эффективно использоваться для консервирования пашни, временно выбывшей из оборота. Однако, имеются сведения, что козлятник может распространяться в естественных ценозах и является инвазионным растением (Виноградова и др., 2014).

Оптимальным сроком подсева считается ранневесенний, когда отмечается наибольший запас влаги в почве. Факторами, снижающими полевую всхожесть в этот период, являются сильная конкуренция улучшаемого травостоя за счет быстрого роста трав и невысокие температуры, замедляющими рост всходов подсеянных трав. При летнем подсеве после укоса, отрастающие травы менее конкурентоспособны, а температура более высокая, что создает предпосылки для хорошего укоренения подсеянных трав, однако в летний период может наблюдаться резкий дефицит влаги в почве, ограничивающий полевую всхожесть и способный вызвать гибель всходов (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., Куренкова Е.М., Кухаренкова О.В., 2022).

Фактором, наиболее сильно ограничивающим успешное укоренение подсеянных растений, является сильное конкурирующее воздействие дикорастущих трав на всходы растений. Интенсивно кустящиеся виды, такие как ежа сборная, овсяница тростниковая сильнее подавляют подсеянные растения. Плохо приживаются травы при подсеве в травостой пырейной залежи. Хотя корневищный пырей ползучий является малоотавным видом, но по данным некоторых исследователей он может оказывать отрицательное аллелопатическое воздействие на рост других растений. Более плотную дернину формируют рыхлокустовые злаки, чем корневищные. В плотную дернину труднее заделать семена на нужную глубину без специальной механической обработки почвы.

Несмотря на благоприятные условия увлажнения в 2017 году, через 30 дней после весеннего подсева насчитывалось небольшое количество всходов – 17 (вариант с разбросным подсевом), 20 (вариант с заделкой семян боронованием) и 24 всхода на 1 м² (вариант с бороздковым подсевом). При летнем подсеве в соответствующих вариантах число всходов составляло соответственно 15, 22 и 27 шт./м², что соответствует всего 6,5-11,7% от количества высеянных всхожих семян. В весенний период появлялись всходы (4-6 шт./м²) из твердокаменных семян, на долю которых приходилось 22%. В год проведения улучшения травостоев и на следующий год подсев не оказал влияния на урожайность, поскольку козлятник восточный очень медленно развивался. В 2017 и 2018 гг. его высота не превышала соответственно 7-10 и 24-29 см. Лишь в 2019 году в первом укосе козлятник достаточно хорошо развивался и сформировал высокие побеги – от 94 до 101 см (таблица 34). В последующие три года его высота варьировалась от 114-158 см. Во втором укосе интенсивность роста козлятника была значительно ниже и его линейный рост не превышал в 2019-2021 гг. 51-70 см, а в засушливом 2022 г. снизился до 33-35 см (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., и др. 2022,2023).

Таблица 34 – Высота побегов козлятника восточного в улучшенных травостоях (числитель – в 1-ом укосе, знаменатель – во 2-ом), см

Способ подсева	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Весенний подсев					
Разбросной подсев	$\frac{98}{50}$	$\frac{124}{56}$	$\frac{127}{65}$	$\frac{158}{34}$	$\frac{120}{119}$
Разбросной подсев + боронование	$\frac{101}{51}$	$\frac{126}{59}$	$\frac{128}{70}$	$\frac{154}{34}$	$\frac{124}{116}$
Бороздковый подсев	$\frac{97}{54}$	$\frac{120}{59}$	$\frac{124}{66}$	$\frac{155}{35}$	$\frac{118}{117}$
Летний подсев					
Разбросной подсев	$\frac{96}{50}$	$\frac{115}{54}$	$\frac{123}{64}$	$\frac{152}{34}$	$\frac{116}{109}$
Разбросной подсев + боронование	$\frac{94}{51}$	$\frac{121}{55}$	$\frac{125}{66}$	$\frac{152}{33}$	$\frac{115}{110}$
Бороздковый подсев	$\frac{96}{51}$	$\frac{114}{57}$	$\frac{123}{62}$	$\frac{153}{35}$	$\frac{113}{108}$
НСР ₀₅	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{F_{\phi} < F_{05}}$	$\frac{8,6}{4,8}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{F_{\phi} < F_{05}}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{F_{\phi} < F_{05}}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{F_{\phi} < F_{05}}$

Формируя высокие и толстые побеги, козлятник в отличие от других видов бобовых трав, дает хорошие урожаи при меньшей плотности травостоев. Так, травостои люцерны должны иметь не менее 400 побегов на 1 м², в то время как для козлятника достаточной будет плотность в 100 побегов/м². На 3-ий год проведения эксперимента густота козлятника еще была невысокой – в 1-ом укосе 28-37 побегов и во 2-ом – 50-54 побега на 1 м² (таблица 35). На следующий год она возросла и в первом укосе составляла от 67 до 101 побега. В последующие 2 года она сохранялась на уровне 67-78 побегов на 1 м² (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., и др. 2022,2023).

Во втором укосе побегообразовательная способность козлятника восточного значительно снижалась даже в благоприятных условиях увлажнения в период формирования урожая, и не превышала 29-54 побегов. Общая густота травостоев вместе с другими компонентами травостоев составляла 240-320 побегов на 1 м², а в контрольном варианте, где преобладал

вейник наземный, тонколистные злаки и разнотравье она достигала 390-460 побегов (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., и др. 2022,2023).

Таблица 35 – Количество побегов козлятника восточного в составе улучшенного травостоя (числитель – в 1-ом укосе, знаменатель – во 2-ом), шт./м²

Способ подсева	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Весенний подсев					
Разбросной подсев	$\frac{33}{50}$	$\frac{88}{38}$	$\frac{75}{49}$	$\frac{76}{44}$	$\frac{77}{53}$
Разбросной подсев + боронование	$\frac{30}{59}$	$\frac{92}{38}$	$\frac{70}{52}$	$\frac{77}{47}$	$\frac{73}{55}$
Бороздковый подсев	$\frac{36}{56}$	$\frac{100}{42}$	$\frac{70}{43}$	$\frac{78}{50}$	$\frac{76}{60}$
Летний подсев					
Разбросной подсев	$\frac{28}{63}$	$\frac{95}{29}$	$\frac{67}{42}$	$\frac{72}{41}$	$\frac{64}{58}$
Разбросной подсев + боронование	$\frac{37}{66}$	$\frac{101}{33}$	$\frac{71}{54}$	$\frac{71}{42}$	$\frac{67}{58}$
Бороздковый подсев	$\frac{34}{62}$	$\frac{96}{35}$	$\frac{70}{50}$	$\frac{73}{45}$	$\frac{65}{57}$
НСР ₀₅	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{5,2}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{5,6}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{F_{\phi} < F_{05}}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{F_{\phi} < F_{05}}$	$\frac{8}{F_{\phi} < F_{05}}$

При медленном развитии козлятника восточного в первые два года после подсева ботанический состав практически не изменился. Лишь в 2019 г. доля козлятника в первом укосе достигла 28-37% (таблица 36). Через пять лет после подсева козлятник восточный стал абсолютным доминантом в растительном сообществе. В 2022 году его участие в ботаническом составе травостоя составляло от 82 до 90% в первом укосе и от 89 до 96% – во втором. Доля вейника снизилась до 2-10% по сравнению с 56-62% в контрольном варианте. При подсева в вейниковую залежь козлятник восточный оказался более конкурентоспособным, чем малоценный в кормовом отношении вейник наземный несмотря на то, что оба вида имеют корневищный характер побегообразования. На относительно бедной почве козлятник имел преимущество в конкуренции за счет обеспечения растений симбиотическим

азотом. Своим быстрым и мощным ростом в весенний период козлятник подавлял рост других компонентов травостоев, в частности, вейника наземного, высота которого не превышала 87-92 см (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., и др. 2022,2023).

Таблица 36 – Доля козлятника восточного в ботаническом составе улучшенных травостоев (числитель – в 1-ом укосе, знаменатель – во 2-ом), %

Способ подсева	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Весенний подсев					
Разбросной подсев	$\frac{33}{50}$	$\frac{72}{49}$	$\frac{79}{86}$	$\frac{90}{91}$	$\frac{79}{84}$
Разбросной подсев + боронование	$\frac{30}{59}$	$\frac{78}{50}$	$\frac{76}{78}$	$\frac{88}{95}$	$\frac{80}{88}$
Бороздковый подсев	$\frac{36}{56}$	$\frac{71}{53}$	$\frac{74}{80}$	$\frac{88}{90}$	$\frac{78}{85}$
Летний подсев					
Разбросной подсев	$\frac{28}{63}$	$\frac{69}{44}$	$\frac{71}{80}$	$\frac{82}{89}$	$\frac{74}{77}$
Разбросной подсев + боронование	$\frac{37}{66}$	$\frac{71}{47}$	$\frac{69}{85}$	$\frac{88}{96}$	$\frac{80}{86}$
Бороздковый подсев	$\frac{34}{62}$	$\frac{66}{42}$	$\frac{67}{80}$	$\frac{84}{95}$	$\frac{76}{88}$

Имеются сведения, что одно растение козлятника в естественных ценозах может сформировать клон площадью 25 м² (Виноградова и др., 2014). В наших исследованиях двуукосный режим скашивания снижал интенсивность роста корневищ козлятника, и даже на шестой год он полностью отсутствовал на делянках контрольного варианта. Подсев оказал влияние на урожайность травостоев только на третий год после проведения этого мероприятия. В 2019 году урожайность травостоев по сравнению с контрольным вариантом возросла в 1,5-1,8 раза (таблица 37). Способы заделки семян в почву не оказали существенного влияния на урожай – он изменялся от 2,65 до 2,89 т/га сухой массы. Несмотря на то, что изначально при разбросном подсеве отмечалась худшая укореняемость подсеянных трав, корневищный

козлятник восточный компенсировал недостаток растений интенсивностью побегообразования (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., и др. 2022,2023).

Таблица 37 – Урожайность травостоев, т/га сухой массы (среднее за 5 лет)

Способ подсева	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Весенний подсев						
1.Контроль без подсева	1,72	3,22	2,08	1,42	1,26	1,94
2. Разбросной подсев	2,65	6,41	3,68	5,46	4,35	4,51
3. Разбросной подсев + боронование	2,79	6,19	3,76	5,22	4,56	4,50
4.Бороздковый подсев	2,89	6,17	3,81	5,46	4,62	4,59
Летний подсев						
1.Контроль без улучшения	1,58	3,02	2,18	1,46	1,17	1,88
2. Разбросной подсев	2,71	6,04	3,69	5,28	4,54	4,45
3. Разбросной подсев + боронование	2,82	6,08	3,84	5,33	4,65	4,54
4.Бороздковый подсев	2,68	5,99	3,67	5,43	4,75	4,50
НСР ₀₅ частных различий	0,26	0,37	0,31	0,44	-	0,33
НСР ₀₅ сроков подсева	$F_{\phi} < F_{05}$	0,26	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	-	$F_{\phi} < F_{05}$
НСР ₀₅ способов подсева	0,18	0,18	0,16	0,22	-	0,17

Благоприятные условия увлажнения в 2020 году способствовали увеличению урожайности улучшенных травостоев до 5,99-6,41 т/га, то есть в 2,2-2,4 раза по сравнению с предыдущим годом, причем наибольший сбор кормов отмечался в первом укосе, что коррелирует с густотой травостоев и высотой растений. Эти показатели были значительно более высокими при первом скашивании. Следует отметить, что обильные атмосферные осадки способствовали повышению урожайности не только улучшенных травостоев, но и контрольного варианта, в котором подсев не проводили. Сбор сухого вещества увеличился в 1,9 раза.

При повышенных температурах воздуха и недостатке атмосферных осадков в июне и июле 2021 г. урожайность снизилась по сравнению с предыдущим годом в 1,7 раза.

Еще более засушливые условия сложились в вегетационный период 2022 года, когда с начала июня до середины сентября выпало всего 120 мм атмосферных осадков (44% от нормы). В этих условиях урожайность второго укоса была низкой – всего 0,34-0,44 т/га сухого вещества. Благодаря быстрому росту и развитию в весенний период, улучшенный травостой успел сформировать в первом укосе хороший урожай – 4,83-5,07 т/га. В среднем за период исследований подсев козлятника в дернину обеспечил повышение урожайности по сравнению с неулучшенным травостоем в 2,1-2,2 раза. Сроки и способы подсева существенно не различались по урожайности.

При благоприятных условиях атмосферного увлажнения подсев козлятника восточного оказался эффективным мероприятием. Козлятник восточный медленно развивался при подсеве в дернину вейниковой залежи, и его доля в ботаническом составе травостоев только на третий год после подсева достигла 28-66% и на шестой год возросла до 82-96%. Урожайность улучшенных травостоев в среднем за 4 года увеличилась с 2,06-2,11 до 4,43-4,58 т/га сухой массы, то есть возросла в 2,1-2,2 раза по сравнению с неулучшенным травостоем (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., и др. 2022,2023).

4.2. Влияние удобрений на формирование травостоев вейниковой залежи, улучшенной подсевом козлятника восточного

Исследования в опыте 3 по изучения эффективности подсева козлятника в дернину одиннадцатилетней вейниковой залежи показали, что в год подсева высота растений не превышала 11-15 см (таблица 38). Даже на 3-ий год при высоте растений 57-68 см зацветали только единичные побеги. Только на 4-ый год отмечалось массовое цветение, но все равно линейный рост козлятника не превышал 75-86 см (Лазарев Н.Н., Бойцова А.Ю., и др. 2022,2023).

При медленном развитии козлятника его доля в ботаническом составе травостоев на следующий год после подсева составляла всего 2-12% (таблица 39). Фосфорно-калийные удобрения положительно сказались на побегообразовании растений, и их доля на 3-ий год возросла до 22-35% и на 4-ый – до 57-78%. Разбросной способ подсева уступал бороздковому и подсеvu с боронованием, поскольку полевая всхожесть семян без заделки их в почву была ниже. Наблюдения показывают, что решающее влияние на приживаемость трав оказывают влажность почвы, густота и ботанический состав травостоя, в который производится подсев. При обилии атмосферных осадков появлялось много всходов, но при последующих засушливых условиях большая их часть погибала.

Таблица 38 – Динамика высоты растений козлятника восточного, подсеянного в дернину, см (1 укос)

Способ подсева	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Без удобрений				
Разбросной подсев	11	38	57	75
Подсев + боронование	13	38	62	78
Бороздковый подсев	12	42	64	78
При внесении $P_{60}K_{120}$				
Разбросной подсев	13	45	62	83
Подсев + боронование	15	50	65	86
Бороздковый подсев	14	48	68	84
НСР ₀₅	2	5	6	8

Основной компонент улучшаемого травостоя залежи вейник наземный, хотя и является корневищным растением, способным к вегетативному размножению, постепенно вытеснялся козлятником из состава фитоценоза. Более высокая конкурентная способность козлятника обусловлена тем, что он обеспечивал свою потребность в азоте за счет симбиотической азотфиксации. Природный травостой вейниковой залежи формировал невысокие урожаи – 1,2-1,89 т/га сухого вещества (таблица 40). При подсеve даже на фоне внесения минеральных удобрений урожайность существенно возросла только на третий год до 2,32-2,43 т/га, то есть на 26,8-32,8%, на 4-ый год она увеличилась в 1,8-2,1 раза и достигла 2,6-3,01 т/га.

Таблица 39 – Доля козлятника восточного в ботаническом составе травостоев
в 1-ом укосе, %

Способ подсева	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Без удобрений			
Разбросной подсев	2	13	18
Подсев + боронование	3	17	26
Бороздковый подсев	5	18	24
При внесении $P_{60}K_{120}$			
Разбросной подсев	6	22	57
Подсев + боронование	7	31	78
Бороздковый подсев	12	35	72

При подсеве без применения удобрений получено на 32-44,7% меньше травяных кормов. В среднем за весь четырехлетний период исследований показатели роста урожайности были существенно ниже – при внесении удобрений они составили 34,4-43,3% и без удобрений – только 9,2-13,6%. Разбросной способ подсева без заделки семян в почву на фоне применения РК-удобрений уступал по эффективности другим способам.

Медленное укоренение и разрастание козлятника обусловлено не только биологическими особенностями этого вида, но и низкими показателями плодородия почвы.

Таблица 40 – Урожайность травостоев, улучшенных подсевом козлятника восточного, т/га сухой массы (среднее за 4 года)

Способ подсева	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Без удобрений					
1. Контроль без улучшения	1,89	1,24	1,87	1,48	1,62
2. Разбросной подсев	1,85	1,28	1,98	1,97	1,77
3. Подсев + боронование	1,95	1,30	2,04	2,08	1,84
4. Бороздковый подсев	1,87	1,35	1,99	2,08	1,82
При внесении $P_{60}K_{120}$					
1. Контроль без улучшения	1,85	1,20	1,83	1,42	1,57
2. Разбросной подсев	1,92	1,60	2,32	2,60	2,11
3. Подсев + боронование	1,95	1,68	2,35	3,00	2,24
4. Бороздковый подсев	1,90	1,66	2,43	3,01	2,25
HCp_{05}	$F_{ф.} < F_{05}$	0,15	0,11	0,17	0,10

Динамика приживаемости козлятника восточного при подсевах в дернину вейниковой залежи в условиях 2025 года. Полевая всхожесть и приживаемость подсеянных трав зависит от многих факторов. Одним из главных причин, ограничивающих приживаемость трав, является конкуренция улучшаемого травостоя. Многолетние травы в первый год растут и развиваются очень медленно, и старый травостой еще дополнительно ограничивают рост всходов, конкурируя за свет, влагу и элементы питания. Исследования в различных погодных условиях 2024 и 2025 гг. показывают, насколько медленно растут и развиваются ювенильные растения козлятника, подсеянные в травостой с доминированием вейника наземного. В 2024 и 2025 гг. при подсевах 7 и 10 мая козлятник достиг в первых числах сентября высоты соответственно 15-19 и 21-23 см (таблица 41). Подсеянные травы под пологом старого травостоя испытывают конкуренцию за свет, влагу и элементы минерального питания. Отмечается изреживание всходов в течение вегетационного периода в условиях 2024 г. с 29 до 14 шт./м² при разбросном подсевах и с 37 до 20 шт./м² при бороздковом. В благоприятном по увлажнению 2025 году всходов было больше, но динамика их изреживания была схожей. К началу сентября количество растений уменьшилось с 36-49 до 16-24 шт./м².

Таблица 41 – Динамика приживаемости подсеянных козлятника восточного в травостой, шт./м²

25.05. 2024	15.06.2024	05.07.2024	25.07.2024	15.08.2024	05.09.2024
Разбросной подсев 8 мая					
25/3*	29/5	28/9	21/15	15/16	14/15
Бороздковый подсев 8 мая					
37/3	33/6	30/11	27/19	23/21	20/19
28.05. 2025	14.06.2025	03.07.2025	22.07.2025	11.08.2025	01.09.2025
Разбросной подсев 10 мая					
36/2	34/4	33/8	27/13	25/18	16/21
Бороздковый подсев 10 мая					
49/2	37/6	38/10	35/18	30/23	24/23

*Примечание. Первая цифра – количество растений козлятника восточного на 1 м², вторая – высота козлятника в см.

При разбросном подсеве полевая всхожесть составила 17-25% и при бороздковом – 24-33%, а сохранность растений 44-56%. Низкая полевая всхожесть обусловлена наличием растительных остатков и корней трав на поверхности угодья, которые конкурируют за влагу со всходами козлятника. В дернине присутствуют различные вредители и возбудители болезней, которые повреждают всходы еще на стадии семядольных листочков. Массовые повреждения причиняют полевки, которые предпочитают питаться бобовыми травами. Значительный ущерб всходам могут причинить слизни, которые в последние годы размножились в массовом количестве.

Плотность и видовой состав улучшаемого травостоя играет большое значение для успешного укоренения подсеянных трав. Дерновинные злаки, которые формируют плотную дернину и большое количество побегов в кусте, оказывают более сильное отрицательное влияние на всхожесть подсеянных растений, чем корневищные. Исследования показали, что клевер луговой и люцерна хорошо укоренялись в старовозрастном травостое костреца безостого и плохо на пырейной залежи. Наши исследования показывают, что корневищный вейник наземный не является сильным антагонистом для козлятника восточного. Он является довольно позднеспелым злаком со слабой отавностью, поэтому при регулярном скашивании его конкурентная способность снижается. При активном бобово-ризобияльном симбиозе козлятник восточный способен практически полностью вытеснить вейник наземный из травяного сообщества.

Несмотря на низкую сохранность растений козлятника – 14-24 шт./м², этого количества вполне достаточно, чтобы сформировать продуктивные травостои. Если для получения хорошего урожая люцерны желательно иметь 40-100 растений или 400-700 побегов на 1 м², то козлятник при 60-100 побегах на 1 м² обеспечивает за 2 укоса получение 4-5 т/га сухого вещества.

ГЛАВА 5. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТРАВ ПРИ ДВУХ- И ТРЕХКРАТНОМ СКАШИВАНИИ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ТРАВСТОЕВ

Улучшение травостоев подсевом бобовых трав в дернину преследует цели не только по повышению урожайности, но и улучшению качества получаемых кормов. Бобовые травы превосходят злаки по содержанию сырого протеина, кальция, магния и некоторых микроэлементов. В тоже время некоторые виды разнотравья, включая одуванчик лекарственный, могут иметь богатый минеральный состав (Лазарев Н. Н., Бойцова А. Ю, и др. 2023).

Одним из наиболее важных показателей, от которого зависит качество травяных кормов, является фаза вегетации, в которую их скашивают или скармливают. По мере прохождения фаз вегетации в результате ростового разбавления в травах возрастает содержание сырой клетчатки, которая является структурным элементом, придающим прочность стеблям растений. Растения вытягиваются в высоту, и возрастает доля стеблей в урожае. Соответственно с увеличением содержания клетчатки уменьшается доля сырого протеина и большинства минеральных элементов

Важнейшим компонентом кормов является сырой протеин, содержание которого в рационах жвачных животных должно составлять 14-16% (Попова С.А.,2025). При двухукосном режиме скашивания рекомендуется травы использовать для заготовки сена. Исследования показали, что во всех вариантах можно получить сено 1-2-ого классов качества в соответствии с ГОСТ на сено. В первом укосе концентрация протеина в сухом веществе трав варьировалась от 10,43 до 15,47% и во втором – от 12,69 до 16,10% (таблица 42, приложение 3-И). Доминирующий компонент всех травостоев – ежа сборная относится к озимым растениям, формирующем генеративные побеги только в первом укосе. Во втором укосе она образует вегетативные укороченные побеги, представляющие из себя одни листья. По этой причине второй укос несколько превосходит первый по содержанию сырого протеина. Кроме того, во втором укосе большую долю в травостое занимают бобовые

травы, которые превосходят по отавности злаки. Эти факторы как раз и обусловили более высокую концентрацию сырого протеина в травах второго укоса.

Таблица 42 – Химический состав многолетних трав при двухукосном использовании, % за 2021 г.

Варианты	Укос	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Са	Р
1.Злаки	1	13,69	28,51	2,38	1,06	0,34
	2	16,11	29,68	2,06	1,26	0,38
2.Злаки + N ₉₀	1	15,57	28,68	2,21	1,19	0,37
	2	14,57	31,02	1,87	1,31	0,34
3.Клевер ползучий	1	13,68	29,95	2,07	1,04	0,34
	2	14,96	30,35	1,95	1,29	0,34
4.Люцерна изменчивая Селена	1	10,95	31,11	2,38	0,88	0,35
	2	14,67	29,92	2,24	1,22	0,36
5.Клевер луговой	1	13,93	28,57	2,20	1,14	0,32
	2	14,60	29,83	2,35	1,26	0,37
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	12,46	29,29	2,05	0,90	0,35
	2	15,65	29,82	2,12	1,24	0,35
7.Клевер ползучий + злаки	1	14,55	29,97	2,03	1,13	0,36
	2	15,74	30,19	2,02	1,28	0,37
8.Клевер луговой +злаки	1	11,69	29,78	2,29	0,88	0,35
	2	15,87	29,63	2,01	1,15	0,38
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	1	14,84	28,18	2,06	1,06	0,35
	2	12,69	32,42	1,94	1,16	0,34
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	1	10,83	30,77	2,04	1,11	0,32
	2	12,70	31,33	1,99	1,14	0,35
НСР ₀₅	1	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
	2	0,04	0,06	0,07	0,04	0,06

Содержание сырой клетчатки не подвержено большим различиям по вариантам опыта и укосам. Её количество изменялось от 28,12 до 32,42%, что позволяет получить качественное сено. Отмечается, что травы в варианте с наименьшим содержанием сырого протеина (10,83-12,70%) имеют максимальную концентрацию сырой клетчатки – 30,77-32,43% (приложение Л-М).

Содержание сырого жира изменяется в пределах от 1,87 до 2,38% (приложение О-П), что согласуется с данными, полученными другими, исследователями.

Показатель сырой золы не нормируется в рационах животных, но при оценке качества кормов излишнее её количество указывает на загрязненность корма почвой, что может отмечаться при низкой высоте скашивания, при ворошении или подборе растительной массы. Содержание сырой золы изменяется от 6,89 до 8,06%, что ниже показателей, приведенных в ГОСТах на различные корма.

Из минеральных элементов, входящих в состав сырой золы и нормируемых в рационах животных, являются кальций и фосфор. Они входят в основном в состав костных тканей животных. По данным различных ученых в травах должно содержаться не менее 0,75% кальция и 0,3% фосфора. В наших исследованиях травостои имели повышенную концентрацию кальция – 0,88-1,31%. Как в первом, так и втором укосах наибольшее количество кальция отмечалось в варианте с внесением азота – соответственно 1,16 и 1,31% (приложение Р-С).

Содержание фосфора в травах в значительной степени зависит от обеспеченности почвы этим элементом. При закладке опыта в 1996 году почва имела очень высокое содержание подвижного фосфора, через 29 лет количество фосфора в почве уменьшилось в 2 раза, но степень обеспеченности фосфорными соединениями остается на высоком уровне. Такой уровень обеспечения фосфатами способствует получению кормов с содержанием от 0,32 до 0,38% фосфора. Во втором укосе травы характеризуется более высоким содержанием кальция и фосфора (приложение IIII, ЩЩ).

При трехкратном режиме травы скашиваются в более молодом возрасте, поэтому получаемые корма характеризуются более высоким содержанием сырого протеина, сырой золы, кальция и фосфора. Концентрация сырого протеина в травах в первом укосе составляла 12,03-16,57%, во втором – 15,75-18,61% и третьем – 13,48-17,54% (таблица 43, приложение З,И,К). Ежа сборная является наиболее раннеспелым видом, достигающем фазы выметывания уже во второй декаде мая. Наличие в первом укосе значительного количества

высокорослых генеративных побегов обуславливает меньшее содержание сырого протеина, чем в последующих укосах. Во втором укосе листовая часть урожая преобладала над стеблевой, поэтому получаемые корма характеризовались наибольшей концентрацией протеина.

Увеличение кратности использования травостоев не привело к снижению содержания в кормах сырой клетчатки. Повышенная температура воздуха на протяжении всей части вегетационного периода способствовала ускоренному прохождению фаз развития травами, что на фоне неравномерного выпадения осадков не привело к уменьшению структурного компонента трав – сырой клетчатки. Её количество по вариантам опыта изменялось от 26,86 до 31,65%.

В более ранние фазы вегетации травы содержат больше сырого жира, в состав которого входят каротиноиды. Их количество резко снижается в фазе вымётывания – цветения. При трехкратном отчуждении надземной массы в травах содержалось несколько больше сырого жира – от 1,95 до 2,59%, чем при проведении двух укосов (приложение О, П).

Если при двухукосном использовании содержание сырой золы не превышает 8,06%, то при увеличении количества укосов до трех оно достигает 9,75%. Во всех вариантах, кроме контрольного, наибольшая концентрация сырой золы наблюдается в первом укосе – 8,64-9,75% и наименьшая – в третьем – 7,62-8,11%.

Кальций, наоборот, аккумулируется больше в травах третьего укоса. Если его содержание в травах первого укоса составляет 0,81-1,11%, то в третьем повышается до 1,32-1,48% (приложение Т, У). Содержание кальция в травах тесно связано с ботаническим составом травостоев по укосам. В третьем укосе в составе травостоев отмечается максимальное содержание бобовых трав, которые нередко в 2-3 раза превосходят злаки по содержанию этого элемента.

Максимальное количество фосфора отмечается в травах первого укоса – 0,36-0,49% (приложение Ф, Х). Злаковые и бобовые травы существенно не различаются по накоплению этого элемента, поэтому решающее значение на потребление этого элемента растениями оказали благоприятные условия увлажнения в весенний период, когда формировался первый укос.

Таблица 43 – Химический состав многолетних трав при трехукосном использовании, % за 2021 г.

Варианты	Укос	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Ca	P
1.Злаки	1	13,98	28,52	1,97	1,09	0,36
	2	15,75	29,22	2,27	1,26	0,34
	3	13,48	30,96	1,95	1,36	0,30
2.Злаки + N ₉₀	1	13,01	31,04	1,99	0,98	0,42
	2	16,35	28,25	2,39	1,34	0,34
	3	14,88	29	2,19	1,42	0,33
3.Клевер ползучий	1	13,45	31,65	2,13	1	0,43
	2	17,17	27,71	2,59	1,26	0,33
	3	17,34	28,38	2,31	1,37	0,38
4. Люцерна изменчивая Селена	1	14,19	30,97	2,07	1	0,44
	2	15,93	29,04	2,25	1,25	0,34
	3	14,30	31,45	2,00	1,40	0,33
5.Клевер луговой	1	15,10	30,51	2,26	0,95	0,48
	2	16,00	28,88	2,37	1,28	0,33
	3	15,22	30,07	2,05	1,32	0,35
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	15,97	29,85	2,57	1,07	0,46
	2	18,61	26,86	2,60	1,36	0,38
	3	17,54	28,50	2,18	1,48	0,36
7.Клевер ползучий + злаки	1	14,05	30,26	2,57	1,07	0,40
	2	17,26	28,48	2,47	1,32	0,34
	3	14,98	30,80	2,07	1,44	0,31
8.Клевер луговой +злаки	1	16,57	29,84	2,43	1,11	0,49
	2	16,99	28,90	2,30	1,38	0,34
	3	14,60	29,34	2,12	1,34	0,30
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	1	13,22	31,10	2,52	0,89	0,43
	2	16,87	29,39	2,35	1,34	0,34
	3	14,65	30,86	2,05	1,34	0,33
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	1	12,03	30,98	2,29	1,02	0,40
	2	16,75	29,17	2,18	1,26	0,36
	3	17,43	29,49	2,06	1,42	0,40
НСР ₀₅	1	0,10	0,07	0,04	0,03	0,04
	2	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04
	3	0,07	0,04	0,05	0,04	0,03

На третий год после подсева в ботаническом составе травостоев уменьшилась доля бобовых трав, что отразилось на химическом составе травяных кормов.

В первую очередь снизилось содержание сырого протеина, особенно это проявилось в вариантах с двухукосным скашиванием в 1-ом укосе, когда в урожае большую долю занимали высокорослые генеративные побеги ежи сборной. Оно уменьшилось до 10,6-13,66% (таблица 44, приложение АА) Во втором укосе небольшое количество генеративных побегов формирует кострец безостый, относящийся к полуозимым травам, но его доля в травостоях, кроме вариантов с азотом, была невысокой. Основная часть состояла из вегетативных побегов ежи сборной, что способствовало повышению концентрации сырого протеина до 14,11-16,76% (приложение ББ).

Уборка трав при трехкратном скашивании происходит в более ранние фазы вегетации, поэтому получаемые зеленые корма характеризуются более равномерным обеспечением зеленых кормов протеином. В травах первого укоса содержится 12,87-15,79%, второго – 13,54-16,90% и третьего – 13,01-16,96% сырого протеина (таблица 45, приложение ВВ). Травы во втором варианте, несмотря на внесение азотных удобрений, имели в первом укосе минимальное содержание сырого протеина, поскольку здесь значительную долю в ботаническом составе травостоев занимал высокорослый кострец безостый, формирующий не только генеративные, но и вегетативные удлинённые побеги. Значительная часть таких побегов способствует увеличению стеблевой части в урожае.

Содержание сырой клетчатки было максимальным в травах первого укоса, и при двухкратном скашивании достигало в некоторых вариантах 32,18-35,33% (приложение ГГ, ДД). При трехкратном использовании только в трех вариантах показатель сырой клетчатки в первом укосе составил 30,26-31,14% (приложение ЖЖ, ЗЗ).

Травостой с доминированием злаков накапливал в первом укосе в большинстве вариантов недостаточное для удовлетворения зоотехнических потребностей животных кальция и фосфора при двухкратном скашивании – соответственно 0,43-0,89% (приложение ШШ, ЩЩ) и 0,24-0,29% (приложение ИИ, ЮЮ). При трех укосах получаемые корма имели более высокое содержание этих элементов в травах первого укоса – кальция 0,54-0,95 и фосфора – 0,30-0,36% (приложение ЛЛ).

Таблица 44 – Химический состав многолетних трав при двухукосном использования, % ,(2023 г.)

Варианты	Укос	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Ca	P
1.Злаки	1	12,02	31,39	2,71	0,58	0,24
	2	14,11	31,85	3,12	0,73	0,32
2.Злаки + N ₉₀	1	11,76	32,10	2,51	0,53	0,25
	2	14,62	30,01	3,07	0,79	0,29
3.Клевер ползучий	1	12,57	33,62	1,87	0,77	0,29
	2	16,76	28,71	2,41	1,25	0,33
4.Люцерна изменчивая Селена	1	11,23	34,28	2,35	0,48	0,26
	2	14,53	29,86	3,42	0,72	0,32
5.Клевер луговой	1	12,55	32,18	2,48	0,44	0,26
	2	14,78	29,88	3,15	0,87	0,31
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	10,60	33,79	2,09	0,43	0,24
	2	14,19	29,44	2,80	1,09	0,33
7.Клевер ползучий + злаки	1	11,26	35,33	1,90	0,40	0,25
	2	14,47	30,18	3,02	0,92	0,33
8.Клевер луговой +злаки	1	13,66	29,77	2,61	0,89	0,29
	2	16,08	29,99	3,08	1,09	0,26
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	1	12,05	29,86	2,74	0,82	0,28
	2	15,37	29,74	2,90	1,08	0,32
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	1	12,06	33,41	2,02	0,44	0,25
	2	16,14	29,99	2,96	0,99	0,33
НСР ₀₅	1	1,61	2,22	0,43	0,05	0,03
	2	1,40	1,11	0,59	0,05	0,03

Российская отрасль кормопроизводства сталкивается с дефицитом протеина, из-за чего существенно увеличивается расход кормов. (Кутузова А.А. и др., 2001). Этот недостаток можно восполнить с помощью многолетних

бобовых трав, которые обеспечивают экономическую эффективность благодаря усвоению азота, фиксируемого клубеньковыми бактериями.

Таблица 45– Химический состав многолетних трав при трехукосном использования, % (2023 г.)

Варианты	Укос	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Ca	P
1.Злаки	1	14,04	31,14	2,82	0,60	0,33
	2	13,54	29,13	3,05	0,70	0,29
	3	16,47	29,61	2,65	1,08	0,31
2.Злаки + N ₉₀	1	12,87	30,42	2,83	0,57	0,33
	2	15,95	27,74	3,28	0,87	0,33
	3	16,22	27,16	2,92	0,83	0,32
3.Клевер ползучий	1	14,72	27,56	3,02	0,72	0,34
	2	15,53	29,11	3,25	0,65	0,31
	3	16,78	28,86	2,65	1,14	0,31
4. Люцерна изменчивая Селена	1	15,06	29,36	2,41	0,95	0,36
	2	16,32	27,99	3,07	1,05	0,33
	3	16,10	29,25	2,36	1,19	0,34
5.Клевер луговой	1	13,42	30,56	2,83	0,54	0,35
	2	16,09	30,75	2,69	0,98	0,34
	3	16,49	27,15	2,74	1,23	0,35
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	1	14,48	28,32	3,06	0,79	0,34
	2	15,31	30,86	2,25	1,12	0,33
	3	13,01	31,24	2,74	0,80	0,29
7.Клевер ползучий + злаки	1	15,79	29,75	2,92	0,83	0,34
	2	15,18	29,38	2,68	1,04	0,29
	3	16,96	27,98	2,88	1,14	0,31
8.Клевер луговой +злаки	1	13,19	29,01	2,98	0,82	0,30
	2	15,47	29,05	2,50	0,98	0,30
	3	13,84	27,15	2,80	0,81	0,29
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	1	13,40	29,57	3,08	0,63	0,32
	2	16,90	28,27	3,09	0,82	0,38
	3	13,91	27,58	3,50	0,68	0,32
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	1	13,83	30,26	2,89	0,66	0,33
	2	15,68	30,13	3,00	1,02	0,30
	3	14,70	28,18	3,27	0,89	0,32
НСР ₀₅	1	1,25	1,48	0,61	0,04	0,05
	2	2,07	1,36	0,50	0,04	0,08
	3	1,26	1,53	0,48	0,03	0,05

Наибольшее накопление протеина в урожае у растений отмечается в фазу цветения. При этом его количество варьируется в разных органах: в листьях и соцветиях протеина в 1,5–4 раза больше, чем в стеблях. Кроме того, уровень

протеина существенно меняется в течение вегетации, снижаясь в 1,5–3 раза от ранних к поздним фазам развития.

Наибольшее количество сырого протеина содержится в кормах животного происхождения до 60%, а также в жмыхах и шротах 30–40% и более. В зерне злаковых культур его уровень ниже – до 13%, а минимальное содержание наблюдается в соломе (Лисунова Л. И., Токарев В. С., 2022)

Максимальные среднегодовые показатели сбора сырого протеина за трёхлетний период исследований травостоев был зафиксирован в варианте со злаковыми культурами + минеральные удобрения и составил 529 кг/га при двукратном скашивании и 604 кг/га — при трёхкратном использовании (таблица 46). Установлено, что применение азотных удобрений способствует стабильному повышению протеиновой продуктивности при трёхукосном использовании и наблюдался постепенный рост выхода протеина по годам с 600 до 604–607 кг/га. Однако данный агротехнический приём характеризуется высокими материальными и энергетическими затратами, что снижает его экономическую и экологическую целесообразность.

В бобово-злаковых агроценозах зафиксирована положительная динамика накопления протеина. В частности, вариант с клевером ползучим + злаки при трёхукосном использовании показал увеличение с 523 до 570 кг/га за три года. Чистые посевы бобовых культур (клевер, люцерна) демонстрировали умеренные показатели протеиновой продуктивности, однако бобово-злаковые смеси зачастую превосходили их. Так, в двукратном скашивании вариант «клевер ползучий + злаковые» обеспечил выход протеина на уровне 451 кг/га, что на 21,6% выше, чем в чистом посеве клевера 371 кг/га. Особое внимание заслуживает вариант с люцерной сорта «Пастбищная 88», для которого установлено выраженное положительное последствие длительного выращивания в составе травостоя на показатели плодородия почвы.

Таблица 46 – Сбор протеина, в кг/га (среднее за 3 года)

Вариант	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Двухукосное использование				
1.Злаки	557	417	277	417
2.Злаки + N ₉₀	659	529	398	529
3. Клевер ползучий	487	371	254	371
4. Люцерна изменчивая Селена	488	358	227	358
5. Клевер луговой	492	388	284	388
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	482	373	264	373
7. Клевер ползучий + злаки	591	451	310	451
8. Клевер луговой + злаки	467	398	329	398
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	476	414	352	414
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	396	374	351	374
Трехукосное использование				
1.Злаки	523	484	445	484
2.Злаки + N ₉₀	600	604	607	604
3. Клевер ползучий	568	545	522	545
4. Люцерна изменчивая Селена	526	495	464	495
5. Клевер луговой	582	502	422	502
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	631	525	418	525
7. Клевер ползучий + злаки	523	547	570	547
8. Клевер луговой + злаки	663	549	434	549
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	570	548	525	548
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	478	482	485	482

Анализ данных таблицы 46 позволяет сделать вывод, что бобово-злаковые травосмеси представляют собой оптимальное решение с точки

зрения баланса между высокой продуктивностью, ресурсосбережением и экономической эффективностью. Их использование обеспечивает сочетание преимуществ биологической фиксации азота бобовыми компонентами и устойчивости злаковых к интенсивным нагрузкам, что делает такие агрофитоценозы перспективными для устойчивого кормопроизводства.

ГЛАВА 6. ФОРМИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОЙ МАССЫ И ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ ПРИ ДОЛГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАВСТОЕВ

Долголетние полевые эксперименты являются необходимым инструментом для выявления постепенных и системных изменений в агрохимических, агрофизических и биологических свойствах почвы, а также в продуктивности сельскохозяйственных культур, которые не могут быть достоверно оценены в рамках краткосрочных исследований вследствие инерционности почвенных процессов (Джонстон А. Э., Поултон П. Р., Коулман К, 2017).

Длительная агротехническая эксплуатация почв без систематического применения минеральных и органических удобрений индуцирует развитие процессов подкисления пахотного горизонта, сопровождающихся деградацией органического вещества (снижением содержания общего углерода), а также выраженным уменьшением содержания доступных форм фосфатов и обменного калия в почвенном поглощающем комплексе (Рублюк, М. В., Иванов Д. А., Пак. Л. Н., 2024).

Существует прямая зависимость между растениями и почвой, благодаря чему флора может указывать на характеристики почвенного покрова. Для хорошего роста злаковых и бобовых трав подходят почвы с нейтральной, слабокислой и слабощелочной средой. Кислые почвы требуют известкования для улучшения их продуктивности (Лазарев Н., Михалев С., Исаков А., 2025).

Проведённые исследования свидетельствуют, что монокультурные и поливидовые агроценозы многолетних бобовых трав оказывают положительное влияние на почвенное плодородие, способствуя аккумуляции азота в почвенном профиле и, как следствие, повышая продуктивность последующих культур севооборота (Эседуллаев С.Т, 2019). Установлено, что совместная вегетация бобово-злаковых травянистых систем приводит к значительному накоплению в почве растительных остатков с высоким содержанием биогенных элементов (Мудрых Н.М., 2017).

Эксплуатация сенокосно-пастбищных угодий в долгосрочной перспективе приобретает особую значимость в современных агроэкологических условиях, поскольку обеспечивает экономическую эффективность за счёт минимизации затрат, связанных с регулярным проведением мероприятий по коренному улучшению травостоя (перезалужению).

ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса проводит длительный полевой эксперимент, заложенный в 1946 году и по настоящее время. Исследования показывают, что применение фосфорно-калийных удобрений обеспечило достоверное увеличение продуктивности травостоя на 46% относительно контроля. На основании многолетних данных установлена оптимальная система удобрения для сохранения продуктивного травостоя сенокосного типа: $N_{90-180}P_{45}K_{90}$ (Тебердиев Д. М., Седова Е. Г., Проворная Е. Е., 2024).

В долголетнем опыте Кировской области в результате 50 – летних исследований установлено, что для поддержания стабильной продуктивности кормовых агрофитоценозов на уровне 5–6 тыс. кормовых единиц с 1 га пашни и обеспечения воспроизводства почвенного плодородия на осушенных торфяных почвах необходима дополнительная энергетическая поддержка в виде систематического, ежегодного внесения сбалансированных азотно-фосфорно-калийных удобрений. Даже незначительное отклонение от оптимальной системы минерального питания приводит к деградации структуры и функциональной устойчивости многолетних укосных травостоев, сопровождающейся быстрым снижением их биологической продуктивности и истощением почвенного плодородия (Ковшова В. Н., Смирнова А. В., 2022).

Проведенный анализ научных данных свидетельствует о том, что в ходе долгосрочных полевых исследований отмечаются значимые изменения почвенных характеристик. В данном контексте рациональное применение удобрений в комплексе с регулярными агротехническими приемами выступает определяющим условием сохранения и воспроизводства

почвенного плодородия, а также поддержания необходимого уровня обеспеченности почв питательными элементами.

Почва опытного участка 1 дерново-подзолистая среднесуглинистая. Данный участок перед закладкой опыта был использован под многолетними травами. Грунтовые воды в опыте располагаются на глубине более 3 м и практически не оказывают влияние на влагообеспеченность многолетних трав. Мощность пахотного горизонта почвы составляет 20-22 см. При закладке научного исследования в пахотном слое содержалось 2,3 % гумуса, 460 мг/кг подвижного P_2O_5 , 80 мг/кг обменного K_2O , pH солевой составлял 6,3. В сентябре 2021 года были отобраны образцы (таблица 47) для определения агрохимических показателей почвы после 26 – летнего использования многолетних трав.

Длительное внесение азотных удобрений в виде физиологически кислой аммиачной селитры вызвало наибольшее подкисление почвы. За 26-летний период pH_{KCl} снизился с 6,3 до 4,89 ед. Следует отметить, что в других вариантах опыта также произошло значительное подкисление почвы до 4,91-5,36 ед. pH. Наибольшее снижение pH отмечалось вариантах с выращиванием люцерны сортов Пастбищная 88 и Вега 87. Люцерна не только превосходила другие травы по урожайности, но и накапливала в надземной массе больше кальция. Обоedнение почвы кальцием привела к закономерному замещению его в почвенно-поглощающем комплексе ионами водорода, которые и делают почву кислой. В варианте с люцерной Селена подкисление отмечалось в меньшей степени, так как период возделывания её на этих делянках был более коротким – 2006 года, а предшественником люцерны являлся клевер луговой. На делянках с клевером ползучим наблюдалось меньшая кислотность почвы, что обусловлено, очевидно, менее значительным выносом кальция с урожаем. В большинстве вариантов почва перешла из разряда близкой к нейтральной в слабокислую, а в варианте с внесением азотных удобрений и с люцерной Вега 87 – в среднекислую. В этих же вариантах отмечается наивысшая

гидролитическая кислотность - 4,1 ммоль в 100 г почвы.

Таблица 47 – Агрохимические показатели почвы при трехкратном скашивании после 25 – летнего использования травостоев

Вариант	рН солевой	Нг, ммоль в 100 г почвы	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/кг почвы	
1. Злаки	5,03	3,8	2,9	312	124
2. Злаки + N ₉₀	4,89	4,1	2,7	301	101
3.Клевер ползучий	5,36	3,1	3,1	339	108
4.Люцерна изменчивая Селена	5,35	3,3	3,2	396	121
5. Клевер луговой	5,18	3,5	2,7	327	108
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	5,07	3,7	2,5	353	120
7.Клевер ползучий + злаки	5,22	3,4	2,8	331	104
8.Клевер луговой +злаки	5,03	4,0	3,1	364	104
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	4,91	4,1	3,0	348	113
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	5,05	3,9	2,9	375	114
НСР ₀₅	0,50	0,37	0,29	34	11

Содержание органического вещества варьировалось по вариантам опыта от 2,7 до 3,2%. За длительный период выращивания травостоев оно возросло на 0,4-0,9 абс. %.

Обеспеченность подвижными соединениями фосфора снизилась, а калия – возросла, поскольку в первые восемь лет проведения исследований применяли калийные удобрения. За счет большего выноса калия и фосфора с урожаем трав под злаковым травостоем при внесении азотных удобрений отмечалось меньшее, чем в других вариантах содержание фосфора и калия.

Большую роль в формировании почвенного плодородия играет корневая

масса трав. Подземная масса травяных фитоценозов включает корни, корневища, а также узлы кущения злаковых и корневые шейки бобовых растений. От массы корней, при прочих равных условиях, зависит устойчивость трав к неблагоприятным условиям внешней среды. В большой подземной массе концентрируется больше запасных пластических веществ, что обеспечивает лучшую перезимовку трав. Устойчивость к засушливым условиям может снижаться, если корни в большей степени располагаются в поверхностных слоях почвы.

Таблица 48 – Корневая масса луговых травостоев и накопление в ней валовой энергии (ВЭ) на 30-й год жизни в слое почвы 0-30 см

Вариант	Двухкратное скашивание		Трехкратное скашивание	
	масса корней, т/га	ВЭ в корневой массе, ГДж/га	масса корней, т/га	ВЭ в корневой массе, ГДж/га
1. Злаки	5,76	103,1	4,48	80,2
2. Злаки + N ₉₀	7,28	131	5,83	104,9
3.Клевер ползучий	5,95	105,3	4,22	74,7
4.Люцерна изменчивая Селена	6,38	113,6	4,41	78,5
5. Клевер луговой	6,12	108,9	4,9	87,2
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	5,88	104,7	4,12	73,3
7.Клевер ползучий + злаки	5,77	102,7	4,29	76,4
8.Клевер луговой +злаки	6,41	114,7	5,15	93,2
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	6,36	113,8	4,79	85,7
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	6,72	120,3	5,04	90,2
НСР ₀₅ частных различий	масса корней – 0,23/ -			
НСР ₀₅ режимов скашивания	масса корней – 0,16/ -			
НСР ₀₅ травостоев	масса корней – 0,07/ -			

Корневая масса на старых лугах может достигать 15-20 т/га сухого вещества, и в ней аккумулируется большое количество органических и минеральных веществ, которые являются источником для пополнения запасов

гумуса в почве. По влиянию на плодородие почв многолетние травы превосходят другие культуры. Они имеют практически в два раза более длительный вегетационный период, в течение которого происходит рост и отмирание части корней, пополняющих запасы органического вещества в почве.

В наших исследованиях на тридцатый год использования травостоев подземная массы растений варьировалась от 4,12 до 7,28 т/га сухого вещества (таблица 48, приложение ЯЯ). При трехукосном режиме скашивания она составляла по вариантам опыта от 4,12 до 5,83 т/га и при двухукосном – от 5,76 до 7,28 т/га. В большей степени эти различия обусловлены изменениями в ботаническом составе и плотности травостоев. При трех укосах до 30-40% в составе травостоев стало занимать разнотравье – в основном одуванчик лекарственный и подорожник ланцетолистный, снизилась и густота травостоев.

Максимальная масса корней формировалась в вариантах с внесением азотных удобрений – 7,28 т/га при двух укосах и 5,83 т/га – при трех укосах. Доминирующими компонентами травостоев этих вариантов являются высокопродуктивные злаковые травы – ежа сборная и кострец безостый, у которых корни в большей степени концентрируются в самом верхнем слое почвы.

По концентрации валовой энергии корни не уступают надземной массе – 17,8-18,2 МДж в 1 кг сухого вещества, а по накоплению её в корнях значительно превосходят надземную массу – 102,7-131 ГДж/га при двухкратном скашивании и 73,3-104,9 ГДж/га (приложение АБ). Если условно принять, что ежегодно отмирает 20% корней, то за весь период эксплуатации травостоев образовалось 30-40 т/га сухой массы корней или 540-716 ГДж /га валовой энергии.

Многолетние злаковые травы являются хорошими дернообразующими растениями. Мочковатая корневая система злаков сцепляет почвенные

частицы, предотвращая водную и ветровую эрозию. В условиях опыта практически во всех вариантах сформировалась мощная дернина – более 12 см (таблица 49, приложение АВ), причем просматривалась тенденция снижения толщины дернины с увеличением кратности скашивания. Так, при проведении двух укосов за сезон она варьировалась от 13 до 14,5 см и при трех укосах – от 11,9 до 14,0 см. При обоих режимах скашивания максимальная толщина дернины отмечалась в вариантах с внесением азотного удобрения, где преобладали злаковые растения.

Таблица 49 – Мощность дернины старосеяных травостоев на 30-й год жизни, см

Вариант	Двухкратное скашивание	Трехкратное скашивание
1. Злаки	13,3	12,3
2. Злаки + N ₉₀	14,5	14,0
3.Клевер ползучий	13,0	11,7
4.Люцерна изменчивая Селена	13,2	12,6
5. Клевер луговой	13,0	11,9
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	13,5	12,1
7.Клевер ползучий + злаки	13,1	12,3
8.Клевер луговой +злаки	13,5	12,3
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	14,0	13,7
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	13,3	12,8
НСР ₀₅ частных различий	0,14	
НСР ₀₅ режимов скашивания	0,10	
НСР ₀₅ травостоев	0,04	

Важными свойствами дернового покрытия является способность противостоять вытаптывающему действию копыт животных на пастбищах и колес сельскохозяйственной техники при уборке урожая. Рыхлокустовые и плотнокустовые злаки формируют плотную дернину, благодаря тому, что каждый побег в кусте образует узел кущения, и скопление этих узлов придает плотность дернине – способность выдерживать внешние нагрузки. В составе травостоев опытного участка таким видом является ежа сборная, которая при интенсивном азотном удобрении образует кусты с большим количеством

побегов. Корневищные травы образуют связную дернину, которая труднее поддается механической обработке. Определение твердости верхнего слоя почвы пенетрометром при влажности 70% НВ на 30-й год жизни трав показало, что показатели уплотнения находятся в диапазоне от 6,8 до 9 кг/см² (таблица 50, приложение АГ).

Таблица 50 – Твердость дернового слоя почвы на 30-й год жизни травостоев, кг/см²

Вариант	Двухкратное скашивание	Трехкратное скашивание
1. Злаки	8,7	8,0
2. Злаки + N ₉₀	9,0	8,5
3.Клевер ползучий	7,8	8,2
4.Люцерна изменчивая Селена	8,6	7,2
5. Клевер луговой	8,5	7,1
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	7,3	7,0
7.Клевер ползучий + злаки	8,3	6,8
8.Клевер луговой +злаки	8,7	8,1
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	7,6	7,1
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	7,8	7,2
НСР ₀₅ частных различий	0,17	
НСР ₀₅ режимов скашивания	0,12	
НСР ₀₅ травостоев	0,05	

Это соответствует благоприятным условиям для произрастания растений (от 0 до 14 кг/см²). При двухкратном скашивании показатели уплотнения были несколько выше, что обусловлено большей подземной массой, которая оказывала влияние на показатели твердости дернового слоя почвы. По этой же причине в вариантах с азотом получены максимальные показатели плотности почвы – 9,0 кг/см² при двухкратном скашивании и 8,5 кг/см² – при трехкратном. Таким образом, определение твердости почвы (сопротивления пенетрации) с помощью пенетрометра позволяет определить степень её уплотнения. Для характеристики способности дернины противостоять нагрузкам более приемлемым показателем является связность дернины, которая показывает её прочность на разрыв.

ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЛГОЛЕТНЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ СЕНОКОСНЫХ ТРАВСТОЕВ

7.1. Агроэнергетическая эффективность долголетнего использования и улучшения сенокосных травостоев

Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур подлежит комплексной оценке на основе взаимодополняющих экономических и энергетических показателей. Экономический блок оценки включает: себестоимость единицы продукции, совокупные материально-денежные затраты, показатель условно чистого дохода, коэффициент рентабельности производства. Энергетический блок оценки предусматривает анализ: суммарных энергозатрат на производственный цикл культуры, выхода обменной энергии с единицы площади посевов, агроэнергетического коэффициента (АК) как интегрального показателя эффективности трансформации энергии.

В опыте Жезмера Н.В. (2021), агроэнергетический анализ сформированных разнопоспевающих злаковых травостоев выявил их высокую технологическую и энергетическую эффективность при трехукосном использовании. В ходе 27-летнего мониторинга ранне- и среднеспелых агроценозов установлено, что 60–66% общего производства обменной энергии обеспечивалось за счет естественных ресурсов (солнечной радиации, атмосферных осадков, почвенного плодородия и биологической активности агроценоза). Длительное продуктивное самовозобновление корневищных злаков (*Alopecurus pratensis* L., *Bromopsis inermis* Holub и *Phalaroides arundinacea* L.) позволило минимизировать капитальные энергозатраты на повторные залужения.

Агроэнергетическая оценка технологий дополняет стоимостную оценку и позволяет более обоснованно рекомендовать технологии с меньшими затратами энергии и более высокой продуктивностью сельскохозяйственных

культур. Результаты энергетической оценки многолетних травяных агроценозов свидетельствуют о высокой окупаемости энергетических затрат выходом обменной энергии. Как следует из данных таблицы 51, максимальные значения агроэнергетического коэффициента 3,7 – 3,9 ед. зафиксированы в вариантах с бобово-злаковыми травосмесями (варианты 7-10) и монокультурами бобовых трав (варианты 3-6), что подтверждает более эффективное использование энергетических ресурсов в агросистемах с доминированием бобового компонента.

Таблица 51 – Агроэнергетическая эффективность долголетнего использования в среднем за 3 года при двухукосном скашивании

Вариант	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии (МДж) на 1 ГДж ОЭ	АК
1.Злаки	37,3	10,5	265	3,8
2.Злаки + N ₉₀	44,3	21,4	440	2,3
3.Клевер ползучий	34,6	10,5	260	3,9
4.Люцерна изменчивая Селена	34,8	10,5	283	3,8
5.Клевер луговой	35,8	10,5	287	3,5
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	37,4	10,6	273	3,6
7.Клевер ползучий + злаки	37,4	10,5	263	3,8
8.Клевер луговой +злаки	35,9	10,6	255	3,9
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	38,8	10,6	252	3,9
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	37,4	10,5	278	3,6

*Примечание АК-Агроэнергетический коэффициент

При этом максимальная продуктивность по выходу обменной энергии 44,3 ГДж/га была достигнута в варианте с злаковыми травами при внесении

азотных удобрений (вариант 2). Однако данный агроценоз показал наивысшие значения энергозатрат 17,5 ГДж/га и минимальный Агроэнергетический коэффициент 2,3 ед., что свидетельствует о значительном снижении энергоэффективности системы при интенсификации азотного питания.

Анализ данных, представленных в таблице 52, свидетельствует о том, что бобово-злаковые травосмеси (варианты 7–9) обладают наиболее благоприятными агроэнергетическими характеристиками. Они обеспечивают высокий уровень продуктивности – в диапазоне 39,9–42,0 ГДж/га обменной энергии, при относительно низких совокупных энергозатратах, составляющих 10,3–10,4 ГДж/га.

Наибольшую энергетическую эффективность демонстрируют указанные комбинации, о чём свидетельствует высокий коэффициент аккумуляции энергии, достигающий 3,9–4,0 ед.

Вариант 2, основанный на применении азотных минеральных удобрений несмотря на несколько повышенную биологическую продуктивность, характеризуется существенным ростом энергозатрат до 21,2 ГДж/га и, как следствие, значительным снижением энергоэффективности – коэффициент аккумуляции энергии составляет всего 2,3 ед. Такое соотношение указывает на энергетическую нецелесообразность широкого применения высоких доз азота без учёта долгосрочных последствий для устойчивости агроэкосистемы, что требует дополнительного экономического и экологического обоснования.

Сравнительный анализ двух- и трёхукосного режимов использования травостоев (таблицы 40 и 41) выявил закономерное увеличение выхода обменной энергии на 6–12 % при переходе к трёхукосной системе использования. При этом сохраняется высокая энергоэффективность в бобово-злаковых агроценозах, что подтверждает их устойчивость и адаптивность к интенсивным режимам эксплуатации.

Таблица 52 – Агроэнергетическая эффективность долголетнего использования в среднем за 3 года при трёхукосном скашивании

Вариант	Выход обменной энергии, ГДж га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии (МДж) на 1 ГДж ОЭ	АК
1.Злаки	39,6	10,2	259	3,9
2.Злаки + N ₉₀	48,7	21,2	434	2,3
3.Клевер ползучий	40,6	10,3	254	3,9
4.Люцерна изменчивая Селена	37,2	10,3	277	3,5
5.Клевер луговой	36,6	10,3	281	3,6
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	38,6	10,3	267	3,6
7.Клевер ползучий + злаки	39,9	10,3	258	3,9
8.Клевер луговой +злаки	41,5	10,3	249	4,0
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	42,0	10,4	247	4,0
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	37,9	10,3	272	3,7

*Примечание АК-Агроэнергетический коэффициент

Полученные результаты свидетельствуют о предпочтительности бобово-злаковых травосмесей в условиях длительного использования сенокосов, обеспечивая баланс между высокой продуктивностью и рациональным использованием энергетических ресурсов.

7.2. Экономическая эффективность долголетнего использования и улучшения сенокосных травостоев

Для выбора и внедрения в производство наиболее эффективных приемов создания и способов использования травостоев требуется их предварительная оценка. Продуктивность сеяных травостоев является весьма важным, но не единственным показателем при выборе оптимального режима создания улучшенных сенокосов. Для того чтобы установить преимущество какого-либо технологического приема, необходимо сделать более глубокую экономическую оценку. Проведение мероприятий может быть связано с дополнительными затратами материальных средств и труда или же, наоборот, осуществление рекомендуемых приемов дает экономию этих средств.

Анализ данных, представленных в таблице 53, свидетельствует о высокой экономической эффективности бобово-злаковых травостоев при двухукосном режиме эксплуатации. Наибольшие показатели рентабельности до 242 % и условного чистого дохода до 22 592 руб./га демонстрируют агроценозы с участием клевера ползучего в сочетании со злаковыми компонентами. Данные системы обеспечивают оптимальное соотношение между продуктивностью кормовой массы и производственными издержками, что определяет их перспективность для долгосрочного использования в сенокосных севооборотах.

В то же время применение минеральных удобрений N90, несмотря на повышение урожайности, сопровождается значительным увеличением затрат, что снижает уровень рентабельности до 181 %. Таким образом, использование азотных удобрений в указанной дозировке является менее экономически целесообразным по сравнению с бобово-злаковыми фитоценозами.

Представленные в таблице 54 результаты демонстрируют экономические показатели различных агроценозов при трёхукосном использовании.

Таблица 53 – Экономическая эффективность долголетнего использования в среднем за 3 года при двухукосном скашивании

Вариант	ЭКЕ/га	Стоимость урожая, руб.	Затраты, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
1.Злаки	3731	33 576	9 250	24 326	239
2.Злаки + N ₉₀	4429	39 858	20 000	19 858	181
3.Клевер ползучий	3459	31 131	10 370	20 761	241
4.Люцерна изменчивая Селена	3483	31 344	11 670	19 674	215
5.Клевер луговой	3577	32 190	11 445	20 745	234
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	3735	33 618	12 270	21 348	218
7.Клевер ползучий + злаки	3743	33 687	11 095	22 592	242
8.Клевер луговой +злаки	3585	32 265	11 495	20 770	233
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	3879	34 914	12 545	22 369	222
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	3740	33 657	12 320	21 337	217

Результаты исследований свидетельствуют, что уровень рентабельности 239% был достигнут при возделывании монокультуры злаков. Данный показатель обусловлен минимальными производственными затратами 9350 руб./га на фоне высокой стоимости полученной продукции 35 619 руб./га.

Применение минеральных удобрений (N_{90}) способствовало повышению продуктивности злаковых травостоев на 23%, однако сопровождалось существенным увеличением затрат 25 000 руб./га, что привело к снижению рентабельности до 164%.

Таблица 54 – Экономическая эффективность долголетнего использования в среднем за 3 года при трёхукосном скашивании

Вариант	ЭКЕ/га	Стоимость урожае, руб.	Затраты, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Рентабель ность, %
1.Злаки	3958	35 619	9 350	26 269	245
2.Злаки + N_{90}	4873	43 860	25 000	18 860	164
3.Клевер ползучий	4057	36 510	11 345	25 165	263
4.Люцерна изменчивая Селена	3722	33 495	11 795	21 700	234
5.Клевер луговой	3662	32 958	11 245	21 713	250
6.Люцерна изменчивая Пастбищная 88	3863	34 764	12 145	22 619	235
7.Клевер ползучий + злаки	3993	35 937	11 220	24 717	262
8.Клевер луговой +злаки	4150	37 347	12 345	25 002	256
9.Люцерна изменчивая Вега 87+злаки	4200	37 800	12 845	24 955	240
10.Люцерна изменчивая Пастбищная 88+злаки	3789	34 098	11 995	22 103	233

Таким образом, интенсификация производства за счет минеральных удобрений представляется экономически менее целесообразной. Бобовые и

бобово-злаковые агроценозы продемонстрировали стабильную экономическую эффективность на протяжении многолетнего использования. Условный чистый доход в этих системах варьировал в диапазоне 21 700 – 25 165 руб./га, а рентабельность сохранялась на высоком уровне 245 – 263 %, сопоставимом с показателями чистых злаковых травостоев. Особое преимущество установлено для бобово-злаковых агроценозов с участием *Trifolium pratense* L. и *Medicago varia* Martyn, которые сочетают устойчивую биологическую продуктивность с высокой экономической отдачей. Полученные данные подтверждают их потенциал как ключевых компонентов устойчивого кормопроизводства в условиях длительного эксплуатационного цикла

Результаты анализа данных, представленных в таблицах 53 и 54, свидетельствуют о высокой экономической эффективности бобово-злаковых травостоев, в частности агроценозов с участием клевера и клевера + злаки, при различных режимах скашивания. Установлено, что данные системы характеризуются: стабильными показателями рентабельности, достигающими 263%, значительной величиной условного чистого дохода до 25 165 руб./га, высокой адаптивной способностью к различным режимам эксплуатации. Переход к трёхукосному режиму позволяет увеличить выход корма, но требует дополнительных затрат, что частично снижает рентабельность. Однако бобово-злаковые системы лучше адаптированы к интенсификации за счёт их устойчивости и длительного самовозобновления. Использование минеральных удобрений (N90) повышает продуктивность, но значительно увеличивает затраты, что делает эту технологию менее экономически эффективной по сравнению с бобово-злаковыми травостоями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наиболее устойчивыми видами в долголетних травостоях оказались кострец безостый, люцерна изменчивая и клевер ползучий, сохранившиеся даже через 25 лет после посева. На 26-й год эксплуатации основу травостоев составляла ежа сборная (дикорастущий злак) и кострец безостый, который в наибольшей степени сохранялся в фитоценозах при двухкратном скашивании и внесении азотных удобрений.

2. Подсев клевера лугового в дернину старовозрастных травостоев способствовал повышению доли бобового компонента в урожае на следующий год до 35,7-57,2%. Клевер ползучий и люцерна изменчивая не приживались при подсеве в дернину травостоев с доминированием ежи сборной.

3. Плотность поливидовых агрофитоценозов по вариантам опыта в значительной степени зависела от соотношения низовых и верховых видов злаковых трав. Максимальная плотность достигала 2515 побегов/м² в благоприятные по влагообеспеченности условиям в 2022 году, тогда как при засухе 2023 году снижалась до 421–982 побегов/м².

4. Внесение азота в дозе 90 кг/га на злаковом травостое из костреца безостого и тимopheевки луговой при двухкратном скашивании способствовало формированию травостоев с доминированием костреца безостого. На 30-й год жизни травостоев его доля в составе агрофитоценоза составляла 73% и засоренность разнотравьем была наименьшей – 9,9%. При трехкратном скашивании отмечается сокращение продуктивного долголетия травостоев и происходит трансформация злаковых и злаково-бобовых травостоев в злаково-разнотравные.

5. В среднем за 26-30-й годы жизни злаковые травостои при внесении азота в дозе 90 кг/га обеспечивали получение наибольших урожаев – при двухкратном скашивании 4,63 т/га и трехкратном – 4,18 т/га сухого вещества, то есть соответственно на 36,2 и 38,4% больше, чем не удобряемые травостои.

6. В среднем за 3 года после проведения подсева бобовых трав по выходу обменной энергии трехукосный режим превосходит двухукосный режим скашивания на 7,8%, а по урожайности сухой массы режимы скашивания существенно не различались. Подсев клевера лугового способствовал увеличению урожайности улучшенных травостоев в последующие 5 лет на 8,7-12,1%, повышал качество корма.

7. Травяные корма, полученные при трехкратном скашивании травостоев, соответствуют высоким стандартам качества по содержанию сырого протеина 15,31 %, кальция 1,0 % и фосфора 0,35%.

8. После 26-летнего периода выращивания многолетних трав произошло увеличение кислотности почвы – pH_{KCl} снизился с 6,3 до 4,89-5,36 ед. Наибольшее подкисление почвы отмечалось при внесении азотных удобрений в дозе N_{90} .

9. На тридцатый год жизни старовозрастные травостои накапливали в 0-30 см слое почвы от 4,12 до 7,28 т/га сухого вещества корней. Двухукосный режим скашивания превосходил трехукосный по корневой массе в среднем в 1,3 раза. Максимальную корневую массу и мощность дернины формировали злаковые травостои при внесении азотных удобрений в дозе N_{90} – соответственно при трехкратном скашивании 5,83 т/га и 14,0 см и при двухкратном – 7,28 т/га и 14,5 см.

10. При подсеве в травостой вейниковой залежи козлятника восточного его доля в ботаническом составе травостоев на третий год после подсева достигла 28-66% и к шестому году она возросла до 82–96%. При разбросном подсеве наблюдалась худшая полевая всхожесть семян, но в последующем различия между способами заделки семян (разбросной, боронование, бороздковый) нивелировались благодаря высокой побегообразовательной способности козлятника.

11. Урожайность травостоев, улучшенных подсевом козлятника восточного в среднем за 4 года, увеличилась с 2,06-2,11 до 4,43-4,58 т/га сухой

массы, то есть возросла в 2,1-2,2 раза по сравнению с неулучшенным травостоем.

12. При долголетнем использовании укосных злаково-бобовых травостоев невысокие производственные затраты хорошо окупаются выходом обменной энергии с урожаем при агроэнергетическом коэффициенте 3,5-4,1 ед. Улучшение старовозрастного травостоя подсевом клевера лугового в условиях трехкратного режима скашивания позволяло получать в среднем за 3 года после подсева 4150 энергетических кормовых единиц с 1 га при уровне рентабельности 256%.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для улучшения старовозрастных сенокосов и травостоев залежных земель рекомендуется:

1. На старовозрастных сенокосных травостоях с преобладанием злаковых трав необходимо проводить подсев в дернину клевера лугового при норме высева 7 кг/га всхожих семян, что позволяет сформировать злаково-бобовые травостои с долей клевера до 36-57%, уменьшить засоренность разнотравьем, повысить урожайность поедаемой массы и качественные характеристики зеленого корма.

2. На вейниковых залежах следует использовать для подсева в дернину козлятник восточный при норме высева 16 кг/га всхожих семян, что способствует трансформации малоценного вейникового травостоя в козлятниковый агрофитоценоз с урожайностью 4,4-4,6 т/га сухого вещества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агроклиматический справочник Московской области. — 2-е изд. — М.: Моск. рабочий, 1967. — 435 с.
2. Андреев Н. Г. Луговоеводство / Н. Г. Андреев // Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений. - М.: Колос, 1974. — 399 с.
3. Баринов, В. Н. Козлятник восточный в системе биологизации земледелия на легких почвах Нечернозёмной зоны / В. Н. Баринов, М. Н. Новиков // Владимирский земледелец. — 2019. — № 2 (88). — С. 33–36.
4. Баринов, Э. Э. Травостои с козлятником восточным в условиях Ленинградской области / Э. Э. Баринов, А. Б. Никулин // Вестник студенческого научного общества. — 2018. — Т. 9, № 1. — С. 12–15.
5. Бевз, С. Я. Адаптивные системы кормопроизводства в молочном скотоводстве / С. Я. Бевз // Современные ресурсосберегающие технологии производства молока: от теории к практике: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (7–8 ноября 2018 г., Великий Новгород) / НовГУ им. Ярослава Мудрого. — Великий Новгород, 2018. — С. 94–98.
6. Бедарева, О. М. Культуртехническое состояние природных кормовых угодий и перспективы их оптимизации / О. М. Бедарева, Т. Н. Троян, Л. С. Мурачева [и др.] // Известия КГТУ. — 2017. — № 45. — С. 221–232. — EDN YMDWRL.
7. Брыжко, В. Г. Назначение восстановления нарушенных земель в современных экономических условиях / В. Г. Брыжко // Фундаментальные исследования. — 2017. — № 6. — С. 105–110.
8. Брыжко, В. Г. Современные проблемы консервации земель сельскохозяйственного назначения / В. Г. Брыжко // Агротехнологии XXI века : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию высшего аграрного образования на Урале, г. Пермь, 26–28 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное

- государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова». Том Часть 2. – г. Пермь: ИПЦ Прокрость, 2019. – С. 155-159. – EDN CFCOUN.
9. Бычкова, Т. С. Физиология питания / Т. С. Бычкова, Е. Н. Артемова// учеб. пособие для вузов — Орёл: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет — УНПК», 2013. — 126 с.
 10. Вабищевич, А. Г. Технологические приемы подсева трав, повышающие эффективность использования лугопастбищных угодий / А. Г. Вабищевич, Н. Д. Янцов, П. В. Авраменко// Изобретатель — 2022.
 11. Василенко, Р. Н. Влияние многолетних трав в биологизации земледелия / Р. Н. Василенко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 397–402.
 12. Веренич, А. Ф. Изменение ботанического состава и продуктивности бобово-злаковых травосмесей при различных условиях поемности и способах их возделывания / А. Ф. Веренич, С. В. Тыновец, Я. С. Камельчук // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2013. – № 2. – С. 12–20.
 13. Виноградова, Ю. К. Инвазионные виды растений семейства Бобовых: Люпин, Галега, Робиния, Аморфа, Карагана / Ю. К. Виноградова, А. Г. Куклина, Е. В. Ткачева. – М.: АБФ, 2014. — 304 с.
 14. Вихман, М. И. Влияние удобрений на качество кормовых трав и сена в условиях Мурманской области / М. И. Вихман, Е. Е. Кислых, В. И. Костюк // Агрохимический вестник. – 2010. – № 6. – С. 29–31.
 15. Волкова, А. М. Эффективность различных способов поверхностного подсева трав при окультуривании естественных пастбищ / А. М. Волкова, Е. В. Климкина // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы. – 2023. – С. 111.

16. Голубева, С. А. Использование земель и консервация деградированных сельскохозяйственных угодий в Ульяновской области / С. А. Голубева // *Агроинженерия*. – 2010. – № 5. – С. 89–92.
17. Голубева, С. А. Организационно-экономический механизм консервации деградированных земель сельскохозяйственного назначения/ С. А. Голубева // *Аграрный вестник Урала*. – 2011. – № 11. – С. 39–41.
18. Данилов, К. П. Козлятник восточный / К. П. Данилов. – Чебоксары: ЧГСХА, 2011. — 203 с.
19. Дегунова, Н. Б. Использование агрофитоценозов двукисточника тростникового / Н. Б. Дегунова // *Кормопроизводство*. – 2000. – № 9. – С. 26–28.
20. Денисов, Е. П. Перспективные бобовые кормовые культуры для сухостепной зоны / Е. П. Денисов, А. М. Косачев, А. М. Марс // *Кормопроизводство*. – 2011. – № 1. – С. 14–16.
21. Донских, Н. А. Создание долголетних укосных травостоев на Северо-Западе России / Н. А. Донских // *Современные проблемы развития лугопастбищного хозяйства в Северо-Западной зоне РФ : материалы науч.-практ. конф. (Вологда-Молочное, 23 июня 1998 г.)*. — Вологда-Молочное: Вологодская гос. молочнохоз. акад. им. Н. В. Верещагина, 1998. — С. 22–23. — EDN YKZZEV.
22. Доспехов, Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных / Б. А. Доспехов 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
23. Дронова, Т. Н. Сочетание основных регулируемых факторов для формирования высокопродуктивных травостоев / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, М. И. Карпов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2018. – № 4 (52). – С. 146–152.

- 24.Епифанова, И. В. Оценка образцов люцерны на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья / И. В. Епифанова, О. А. Тимошкин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-obraztsov-lyutserny-na-zasuhoustoychivost-v-usloviyah-srednego-povolzhya> (дата обращения: 07.08.2025).
- 25.Жезмер, Н. В. Агроэнергетическая эффективность создания и долголетнего интенсивного использования ранних и среднеспелых злаковых травостоев / Н. В. Жезмер // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – 2021. – С. 24–29.
- 26.Жезмер, Н. В. Продуктивное долголетие среднеспелых злаковых травостоев и качество травяного сырья при разных технологиях укосного использования / Н. В. Жезмер // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: сб. ст. по матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Т. С. Мальцева (Курган, 5 ноября 2020 г.). — Курган: Курганская гос. с.-х. акад. им. Т. С. Мальцева, 2020. — С. 138–143. — EDN ZXJAJQ.
- 27.Жезмер, Н. В. Энергосберегающая технология самовозобновляющихся долголетних сенокосов / Н. В. Жезмер // Кормопроизводство. – 2009. – № 12. – С. 10–13.
- 28.Жирякова, А. Д. Использование укосных травостоев с козлятником восточным в условиях Ленинградской области / А. Д. Жирякова, А. Б. Никулин // Вестник студенческого научного общества. – 2018. – Т. 9, № 1. – С. 36–38.
- 29.Завалин, А. А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д. Н. Прянишникова до наших дней / А. А. Завалин, О. А. Соколов. – М.: ВНИИА, 2016. — 591 с.

- 30.Задумкин, К. А. Повышение эффективности производства молока на основе совершенствования региональной системы кормопроизводства / К. А. Задумкин, А. Н. Анищенко, В. В. Вахрушева, Н. Ю. Коновалова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т. 10, № 6. – С. 170–191.
- 31.Зайцева, М. М. Продуктивность и качество травостоев в зависимости от состава травосмеси и условий увлажнения / М. М. Зайцева // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 123–128.
- 32.Запивалов, С. А. Влияние многовариантных систем ведения долголетних сенокосов на ботанический состав и качество корм / С. А. Запивалов // Известия ТСХА. – 2021. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mnogovariantnyh-sistem-vedeniya-dolgoletnih-senokosov-na-botanicheskiy-sostav-i-kachestvo-korm> (дата обращения: 08.05.2024).
- 33.Зими́на, Т. В. Взаимодействие бобовых видов в травосмесях в условиях Северо-Запада России / Т. В. Зими́на // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии в кормопроизводстве Северо-Запада РФ: сб. тр. Псковского НИИСХ. — Псков–Великие Луки, 2007. — С. 126–131.
- 34.Золотарев, В. Н. Перспективы и проблемные аспекты использования козлятника восточного в кормопроизводстве России: состояние и направления селекции / В. Н. Золотарев // Кормопроизводство. – 2021. – № 5. – С. 35–46. — EDN GCBHCH.
- 35.Зотов, А. А. Природоохранная роль лугопастбищных экосистем /А. А. Зотов // Кормопроизводство. – 2007. – № 11. – С. 7–11.
- 36.Зотов, А. А. Улучшение и использование сенокосов и пастбищ / А. А. Зотов, Г. А. Сабитов. — М.: Аверс-Пресс, 2005. — 700 с.

37. Зотов, А. А. Адаптивные ресурсосберегающие технологии создания и использования высокопродуктивных сенокосов / А. А. Зотов, П. Н. Комахин // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решение: сб. науч. тр. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. — С. 81–104.
38. Зотов, А. А. Улучшение старосеяных пастбищ / А. А. Зотов, В. Т. Осипов // Кормопроизводство. — 1997. — № 11. — С. 10–11.
39. Иванов, Д. А. Влияние агроландшафтных условий на продуктивность старовозрастных злакобобовых травостоев / Д. А. Иванов, В. А. Тюлин, О. В. Карасева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2012. — № 3 (28). — С. 40–44. — EDN OXTDZZ.
40. Иванова, Н. Н. Продуктивность и влияние подземной массы бобово-злаковых травостоев на почвенную среду осушаемых земель / Н. Н. Иванова, А. Д. Капсамун, Е. Н. Павлючик, Д. А. Вагунин // Кормопроизводство. — 2022. — № 5. — С. 14–19.
41. Измайлов, А. Ю. Влаеоаккумулирующая технология и техника восстановления сенокосов и пастбищ / А. Ю. Измайлов, Н. К. Мазитов, С. Ю. Дмитриев, Р. Л. Сахапов, И. Р. Рахимов, Л. З. Шарафиев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. — 2014. — № 4. — С. 59–62.
42. Измайлов, А. Ю. Создание инновационной техники и ресурсосберегающих технологий производства кормов — основа развития животноводства / А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский, О. С. Марченко, Ю. С. Ценч // Агроинженерия. — 2017. — № 6 (82). — С. 23–28.
43. Лазарев, Н. Н. Использование козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) при подсеве в дернину луговых травостоев / Н. Н. Лазарев, Ф. В. Зубков, А. Ю. Бойцова, Е. М. Куренкова, О. В. Кухаренкова // Кормопроизводство. — 2023. — № 10. — С. 8–12. — EDN WAXJSL.
44. Капсамун, А. Д. Продуктивность и питательная ценность бобово-злаковых травостоев при сенокосном использовании на осушаемых

- землях Нечерноземья / А. Д. Капсамун, Е. Н. Павлючик, Н. Н. Иванова, К. С. Юлдашев, О. С. Силина // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2017. – № 2. – С. 55–62.
45. Киричкова, И. В. Продуктивность многолетних трав по годам жизни в условиях Нижнего Поволжья / И. В. Киричкова // Кормопроизводство. – 2008. – № 4. – С. 14–15.
46. Киселев, А. П. Травы и травосмеси для сенокосного использования в Горном Алтае / А. П. Киселев // Кормопроизводство. – 2004. – № 11. – С. 7–10.
47. Киселев, Н. П. Вятские клевера / Н. П. Киселев, А. Д. Кормщиков, Е. В. Никифорова. – Киров, 1995. — 276 с.
48. Клапп, Э. Сенокосы и пастбища / Э. Клапп. – М.: Изд-во с.-х. лит., плакатов и журналов, 1961. — 615 с.
49. Ковшова, В. Н. Изменение качества корма долголетнего пастбища в зависимости от минерального удобрения и погодных условий / В. Н. Ковшова, А. В. Смирнова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – 2022. – С. 125–133.
50. Козлова, Л. М. Влияние многолетнего использования кормовых бобово-злаковых травосмесей на урожайность культур в агрофитоценозах / Л. М. Козлова, А. К. Свечников // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 3. – С. 15–22. — DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10303.
51. Коломейченко, В. В. Кормопроизводство на склоновых землях / В. В. Коломейченко, А. И. Петелько, А. И. Крупчатников. – Орёл, 2000. — 288 с.
52. Кольцов, А. В. Продуктивность люцерны изменчивой лугопастбищного типа в одновидовых посевах и травосмесях / А. В. Кольцов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.12. — М., 2002. — 16 с.
53. Комахин, П. И. Сенокосооборот как способ повышения продуктивного долголетия естественных пойменных лугов / П. И. Комахин //

- Продуктивность сенокосов и пастбищ. — Новосибирск, 1986. — С. 96–99.
54. Коновалова, Н. Ю. Влияние современных технологий на развитие кормопроизводства европейского севера Российской Федерации / Н. Ю. Коновалова, В. В. Вахрушева, С. С. Коновалова // *АгроЗooТехника*. – 2018. – Т. 1, № 2. – С. 4.
55. Коновалова, Н. Ю. Питательная ценность многолетних бобово-злаковых травосмесей в зависимости от фазы развития растений и количества укосов / Н. Ю. Коновалова, С. С. Коновалова // *АгроЗooТехника*. – 2023. – Т. 6, № 4. – DOI: 10.15838/alt.2023.6.4.2. – EDN SMJYGG.
56. Константинова, А. М. Селекция люцерны / А. М. Константинова // *Сел. биология*. – 1973. – Т. 8, № 1. – С. 42–48.
57. Косолапов, В. М. Кормовое достоинство костреца безостого, возделываемого на торфяниках / В. М. Косолапов // *Кормопроизводство*. – 2003. – № 6. – С. 8–10.
58. Косолапов, В. М. Центр кормопроизводства России / В. М. Косолапов // *Кормопроизводство: проблемы и пути решения: сб. науч. тр.* — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — С. 6–19.
59. Косолапов, В. М. Кормопроизводство — стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова. — М.: ФГНУ «Росинформтех», 2009. — 199 с.
60. Котова, З. П. Динамика формирования пастбищных травостоев в условиях Республики Карелия / З. П. Котова, Г. В. Евсеева, С. Н. Смирнов // *Кормопроизводство*. – 2014. – № 6. – С. 9–12.
61. Крамаренко, В. Я. Рекомендации по возделыванию люцерно-кострецовой травосмеси при смешанном и отдельно-рядовом посеве / под общ. ред. А. В. Вражнова; сост. В. Я. Крамаренко. — Челябинск: РАСХН, ГНУ ЧНИИСХ, 2007. — 15 с.

62. Крылова, Н. П. Минимальная обработка дернины на кормовых угодьях / Н. П. Крылова, В. И. Чудиновский // Кормопроизводство. – 1983. – № 9. – С. 32–34.
63. Крючкова, Т. В. Кормовая продуктивность зимостойких форм люцерны / Т. В. Крючкова // Кормопроизводство. – 2002. – № 7. – С. 25–28.
64. Куделин, Б. П. Сеяные многолетние травы: способы использования травостоев и их эффективность / Б. П. Куделин. — Рига: Зинатне, 1988. — 334 с.
65. Кулаков, В. А. Влияние длительного применения удобрений на урожайность пастбищ и агрохимические показатели почвы / В. А. Кулаков, Е. Г. Седова // Кормопроизводство. – 2012. – № 9. – С. 20–23.
66. Куренкова, Е. М. Изменение ботанического состава трехукосных травостоев при долголетнем использовании / Е. М. Куренкова, А. Ю. Бойцова // Аграрная наука — 2022. – 2022. – С. 672–675.
67. Кутузова, А. А. Многовариантные технологии создания пастбищ и сенокосов на залежных землях / А. А. Кутузова, Д. Н. Лебедев // Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса на европейском севере РФ: сб. науч. тр. — Архангельск: «Новая волга», 2005. — С. 6–10.
68. Кутузова, А. А. Многовариантные технологии освоения залежных земель под пастбища и сенокосы в Нечерноземной зоне России: рекомендации / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, Д. Н. Лебедев и др. — М., 2005. — 29 с.
69. Кутузова, А. А. Руководство по ускоренному освоению залежных земель под пастбища и сенокосы в Нечерноземной зоне России на основе многовариантных технологий / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, И. А. Трофимов и др. — М.: ВНИИК, 2005. — 27 с.
70. Кутузова, А. А. Конструирование целевых фитоценозов для пастбищ и сенокосов / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова, Н. В. Жезмер // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству. – 2011. – Т. 2015. – С. 44–68.

- 71.Кутузова, А. А. Средообразующие функции луговых экосистем / А. А. Кутузова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: ср. функции кормовых растений и экосистем: сб. науч. тр. – 2014. – С. 72.
- 72.Кутузова, А. А. Агроэнергетическая оценка технологий лугового кормопроизводства / А. А. Кутузова, А. А. Зотов, А. А. Францева, М. Ф. Щербаков, Н. М. Ахламова // Кормопроизводство. – 1996. – № 1. – С. 2–7.
- 73.Кутузова, А. А. Эффективность технологии создания и использования культурных пастбищ на основе усовершенствованных злаковых и бобово-злаковых травостоев / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 19. – С. 9–13.
- 74.Кутузова, А. А. Эффективность низкозатратных способов улучшения сенокосов и пастбищ / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 52–54.
- 75.Кутузова, А. А. Технология консервации пашни в кормовые угодья в Нечерноземной зоне / А. А. Кутузова // Земледелие. – 2009. – № 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-konservatsii-pashni-v-kormovye-ugodya-v-nechernozemnoy-zone> (дата обращения: 06.04.2024).
- 76.Кутузова, А. А. Улучшение сенокосов и пастбищ путем подсева трав в дернину / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова, А. А. Зотов. — М.: Агропромиздат, 1990. — 29 с.
- 77.Лазарев, Н. Н. Устойчивость клевера ползучего и люцерны изменчивой в травосмесях со злаками / Н. Н. Лазарев // Доклады ТСХА : сб. ст. междунар. науч. конф. — М.: Изд. РГАУ, 2011. — Вып. 283. — С. 36–40.
- 78.Лазарев, Н. Н. Агроэнергетическая эффективность улучшения природных и старосеяных сенокосов и пастбищ / Н. Н. Лазарев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2005. – № 4. – С. 60–68.

- 79.Лазарев, Н. Н. Ресурсосберегающие технологии улучшения природных и старосеяных сенокосов и пастбищ в условиях Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации : специальность 06.01.12 : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Лазарев Николай Николаевич. – Москва, 2004. – 414 с. – EDN NMYKBJ.
- 80.Лазарев, Н. Н. Эффективность подсева люцерны изменчивой и клевера лугового в дернину старосеяного сенокоса / Н. Н. Лазарев, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 8–12. – EDN YMPAJI.
- 81.Лазарев, Н. Н. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом бобовых трав в дернину (обзор) / Н. Н. Лазарев, С. М. Авдеев, А. Ю. Бойцова, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 3–9.
- 82.Лазарев, Н. Н. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы и урожайности бобовых и бобово-злаковых травостоев при их долголетнем использовании / Н. Н. Лазарев, С. М. Авдеев, Л. Ю. Демина, В. Г. Яцкова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 1. – С. 9–18.
- 83.Лазарев, Н. Н. Улучшение травостоя вейниковой залежи подсевом в дернину козлятника восточного / Н. Н. Лазарев, А. Ю. Бойцова, Е. М. Куренкова, О. В. Кухаренкова // Кормопроизводство. – 2022. – № 6. – С. 3–7.
- 84.Лазарев, Н. Н. Химический состав кормов в зависимости от травосмесей и кратности скашивания / Н. Н. Лазарев, И. И. Дмитриевская, Е. М. Куренкова, Т. В. Костикова // Кормопроизводство. – 2013. – № 12. – С. 3–5.
- 85.Лазарев, Н. Н. Устойчивость клевера ползучего и люцерны изменчивой в сенокосных и пастбищных травостоях при долголетнем использовании

- / Н. Н. Лазарев, В. А. Тюлин, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2018. – № 11. – С. 4–8. – EDN YOBHXV.
86. Лазарев, Н. Н. Продуктивность козлятника восточного в зависимости от способа посева и длительности использования травостоев / Н. Н. Лазарев, А. И. Головня, Н. И. Разумейко, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 28–33.
87. Лазарев, Н. Н. Улучшение старосеяного луга подсевом в дернину клевера лугового и люцерны изменчивой / Н. Н. Лазарев // Кормопроизводство. – 2011. – № 4. – С. 18–20.
88. Лазарев, Н. Н. Эффективность различных способов обработки почвы и гербицидов при создании сеяных лугов на залежных землях / Н. Н. Лазарев, А. А. Шибуков, Ф. В. Зубков // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 17–19.
89. Лазарев, Н. Н. Эффективность улучшения травостоев залежных земель подсевом в дернину козлятника восточного / Н. Н. Лазарев, А. Ю. Бойцова // Агробиотехнология-2021: сб. ст. междунар. науч. конф. — М., 2021. — С. 768–771.
90. Лазарев, Н. Н. Эффективность улучшения старосеяных сенокосов полосным и бороздковым подсевом трав в дернину / Н. Н. Лазарев, В. В. Кремин, Е. С. Виноградов // Кормопроизводство. – 2008. – № 12. – С. 5–7.
91. Лазарев, Н. Н. Многолетние бобовые травы в Нечерноземье / Н. Н. Лазарев, А. Д. Прудников, Е. М. Куренкова, А. М. Стародубцева. — Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. — 263 с.
92. Лазарев, Н. Луговоеводство с основами луговедения : учебник для вузов / Н. Лазарев, С. Михалев, А. Исаков. — Электрон. дан. — М.: Litres, 2025. — 40 с.

93. Лазарев, Н. Н. Луговое и полевое кормопроизводство: учебник / Н. Н. Лазарев, С. С. Михалев. — М.: РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 270 с.
94. Лисунова, Л. И. Кормление сельскохозяйственных животных. Научные основы кормления животных / Л. И. Лисунова, В. С. Токарев. — М.: Издательство, 2022. — 400 с.
95. Маклахов, А. В. Состояние и перспективы развития кормопроизводства Вологодской области / А. В. Маклахов, В. К. Углин, Н. Ю. Коновалова, В. Е. Никифоров // Адаптивное кормопроизводство. — 2016. — № 1. — С. 6–16.
96. Мееровский, А. С. Режимы использования и продуктивное долголетие луговых травостоев / А. С. Мееровский, С. Н. Брель, Е. М. Мишук // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: Сборник научных трудов. — Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2009. — 392 с.
97. Мееровский, А. С. Создание и использование сенокосов / А. С. Мееровский, А. Л. Бирюкович, Р. Т. Пастушок. — Минск, 2005. — 72 с.
98. Мёрзлая, Г. Е. Органические удобрения в лугопастбищном кормопроизводстве // Доклады ТСХА. — 2006. — Вып. 278. — С. 190–194.
99. Мёрзлая, Г. Е. Использование органических отходов в фитоценозах многолетних трав / Г. Е. Мёрзлая, Е. В. Чехарин, С. В. Переведенцева // Доклады ТСХА. — 2004. — Вып. 276. — С. 142–145.
100. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. — М.: ВНИИК, 1971. — Ч. 1. — 232 с.
101. Методические указания по проведению научных исследований на сенокосах и пастбищах. — М.: ВНИИК, 1996. — 152 с.
102. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. — М.: ВНИИК, 2000. — 24 с.

103. Минина, И. П. Луговые травосмеси / И. П. Минина. — М.: Колос, 1972. — 287 с.
104. Миташов, А. Н. Физиология питания сельскохозяйственных животных: учебник / А. Н. Миташов. — СПб.: Гиорд, 2003. — 368 с.
105. Михайличенко, Б. П. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б. П. Михайличенко, А. А. Кутузова, Ю. К. Новосёлов и др. — М.: Россельхозакадемия, 1995. — 175 с.
106. Мишустин, Е. Н. Азотный баланс в почвах СССР / Е. Н. Мишустин. — М.: Наука, 1985. — 284 с.
107. Моисеев, А. А. Агроэкологическая оценка многолетних трав в условиях лесостепи юга Нечерноземья /А. А. Моисеев // Кормопроизводство. — 2006. — № 11. — С. 9–13.
108. Мудрых, Н. М. Биологизация земледелия — основа сохранения плодородия почв Нечерноземной зоны / Н. М. Мудрых // Вестник Алтайского государственного университета. — 2017. — № 9. — С. 28–32.
109. Надежкин, С. Н. Продуктивность люцерны и её смесей с клевером и кострцом /С. Н. Надежкин // Кормопроизводство. — 1986. — № 9. — С. 26–28.
110. Нечаева, Н. И. Итоги и перспективы развития кормопроизводства / Н. И. Нечаева, В. Я. Крамаренко // Кормопроизводство. — 2009. — № 8. — С. 2–9.
111. Новиков, Ю. Ф. Биоэнергетическая оценка технологических процессов в сельском хозяйстве (на примере производства протеиновых концентратов растительного происхождения) / Ю. Ф. Новиков, Е. И. Базаров // Вестник сельскохозяйственной науки. — 1982. — № 10. — С. 5–11.
112. Новоселов, М. Ю. Ускоренные методы создания кислотоустойчивых сортов клевера лугового / М. Ю. Новоселов, Л. В.

- Дробышева, Г. П. Зятчина // Кормопроизводство. – 2003. – № 12. – С. 20–23.
113. Новоселова, А. С. Селекция и семеноводство клевера / А. С. Новоселова. — М.: Агропромиздат, 1986.
114. Носов, Н. М. Внедрение бобовых в долголетний пастбищный травостой при минимальной обработке дернины // Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве. — Новгород, 1998. — С. 104.
115. Образцов, А. С. Комплексная модель урожайности клевера лугового в чистых и смешанных посевах / А. С. Образцов, Г. П. Зятчина // Труды НИИСХ Северо-Востока : материалы III науч.-производств. конф. по клеверу, 1992. — С. 79–83.
116. Ольдер, Х. М. Резервы повышения сбора протеина травяных кормов / Х. М. Ольдер // Вестник с.-х. науки. – 1984. – № 9. – С. 72–76.
117. Панферов, Н. В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность пастбищ в пойме Оки / Н. В. Панферов, М. В. Васильев // Кормопроизводство. – 2003. – № 1. – С. 11–13.
118. Парахин, Н. В. Использование оптимизации агроландшафтов Центрального округа для повышения эффективности отраслей АПК // Кормопроизводство. – 2002. – № 12. – С. 8–10.
119. Парахин, Н. В. Кормопроизводство / Н. В. Парахин, И. В. Кобозев, И. В. Горбачев и др. — М.: КолосС, 2006. — 431 с.
120. Переправо, Н. И. Осевшение кормовых культур и особенности их товарного семеноводства / Н. И. Переправо, Т. Е. Мельникова // Доклады ТСХА. – 2009. – Вып. 281. – С. 73–76.
121. Петрук, В. А. Продуктивность улучшенных естественных пастбищ Кулунды // Кормопроизводство. – 2016. – № 8. – С. 22–25.
122. Писковацкая, Р. Г. Принципы, методы и результаты адаптивной селекции клевера ползучего и гибридного / Р. Г. Писковацкая, А. П. Жуков // Кормопроизводство. – 2004. – № 3. – С. 21–25.

123. Писковацкий, Ю. М. Агротехника возделывания сортов люцерны селекции ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса на семенные и кормовые цели: рекомендации / Ю. М. Писковацкий, В. М. Косолапов, В. Е. Михалев и др. — М.: ФГУ РЦСК, 2008. — 39 с.
124. Писковацкий, Ю. М. Новые сорта люцерны — важный источник получения высокобелковых кормов / Ю. М. Писковацкий, Ю. М. Ненароков // Резервы увеличения производства растительного белка. — М., 1990. — С. 168–171.
125. Писковацкий, Ю. М. Роль сортов люцерны в производстве белка // Кормопроизводство. — 2001. — № 3. — С. 20–22.
126. Писковацкий, Ю. М. Новые направления в селекции люцерны / Ю. М. Писковацкий, Ю. М. Ненароков, Г. В. Степанова // Кормопроизводство. — 1997. — № 1–2. — С. 42–45.
127. Писковацкий, Ю. М. Новые направления в селекции люцерны и создание экологически дифференцированных, различающихся по типу использования сортов / Ю. М. Писковацкий, Ю. М. Ненароков, Г. В. Степанова, Л. Ф. Соложенцева // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решение : сб. науч. тр. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. — С. 294–307.
128. Писковацкий, Ю. М. Биологические аспекты фитоценотической селекции люцерны для условий Нечерноземной зоны / Ю. М. Писковацкий, Г. В. Степанова // К 75-летию ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса : сб. науч. тр. — М.: ВИК, 1997. — С. 318–325.
129. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. — М.: Колос, 1976. — 255 с.
130. Попов, П. Д. Перспективы повышения продуктивности кормовых угодий / П. Д. Попов, А. В. Соколов, С. П. Замана // Земледелие. — 2002. — № 1. — С. 22–33.

131. Попова, С. А. Современные подходы к протеиновому питанию высокопродуктивных коров // Агропромышленный комплекс. – 2024. – № 7. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-proteinovomu-pitaniyu-vysokoproduktivnyh-korov> (дата обращения: 07.08.2025).
132. Посыпанов, Г. С. Рекомендации по повышению симбиотической фиксации азота воздуха и белковой продуктивности многолетних бобовых трав в Нечерноземной зоне / Г. С. Посыпанов, Е. П. Трепачев, Б. А. Чернов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 16 с.
133. Потоцкая, Л. Н. Консервация земель как направление повышения эффективности сельскохозяйственного землепользования // ББК 65 О 64. – 2018. – С. 98.
134. Привалова, К. Н. Качество пастбищного корма в зависимости от состава и возраста травостоя / К. Н. Привалова // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. – 2021. – С. 370–373.
135. Привалова, К. Н. Продуктивность разновозрастных пастбищных травостоев и их влияние на почвенную среду // Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг. – 2018. – С. 230–235.
136. Привалова, К. Н. Продуктивность долголетних культурных пастбищ и плодородие почвы при разных технологических системах ведения / К. Н. Привалова, Д. А. Алтунин, Р. Р. Каримов // Кормопроизводство. – 2018. – № 9. – С. 5–8.
137. Привалова, К. Н. Влияние удобрений на плодородие почвы при длительном (75 лет) использовании пастбищных фитоценозов // Экология и природопользование: сб. ст. по матер. II Всерос. науч.-практ. конф. (Краснодар, 6–10 июня 2022 г.). — Краснодар: Кубанский гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина, 2022. — С. 288–293. — EDN CJRWUF.

138. Прудников, А. Д. Роль симбиотического азота многолетних бобовых трав в становлении органического сельского хозяйства / А. Д. Прудников, А. Г. Прудникова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф. — Рязань: Рязанский гос. агротехнол. ун-т им. П. А. Костычева, 2019. — С. 526–531.
139. Пупонин, А. И. Содержание элементов питания в растительных остатках агрофитоценозов и их энергетический потенциал при разных системах обработки почвы / А. И. Пупонин, А. В. Захаренко, К. Б. Кораблев // Известия ТСХА. — 2000. — № 3. — С. 3–13.
140. Пшеничникова, Е. Н. Качество сена — залог успешного ведения животноводства / Е. Н. Пшеничникова, Е. А. Кроневальд // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2018. — № 6 (164). — С. 143–146.
141. Работнов, Т. А. Влияние минеральных удобрений на луговые растения и луговые фитоценозы / Т. А. Работнов. — М.: Наука, 1973. — 178 с.
142. Работнов, Т. А. Луговедение / Т. А. Работнов. — М.: Изд-во МГУ, 1974. — 384 с.
143. Работнов, Т. А. Экология луговых трав / Т. А. Работнов. — М.: Изд-во МГУ, 1985. — 176 с.
144. Раев, А. П. Ресурсосберегающие технологии и приемы освоения залежи в луговые угодья для центрального района Нечерноземной зоны РФ : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. П. Раев. — М., 2003. — 22 с.
145. Разумовский, Н. П. Пути повышения качества травяных кормов / Н. П. Разумовский, О. Ф. Ганущенко, Л. А. Возмитель // Проблемы и перспективы развития животноводства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию биотехнол. фак. — Витебск: ВГАВМ, 2018. — С. 105–106.

146. Рублюк, М. В. Мониторинг плодородия дерново-подзолистой почвы при возделывании многолетних трав в осушаемом агроландшафте / М. В. Рублюк, Д. А. Иванов, Л. Н. Пак // Плодородие. – 2024. – № 4 (139). – С. 42–45.
147. Русько, Н. П. Влияние режима скашивания на продуктивность, химический состав и долголетие люцерны / Н. П. Русько, Н. Ф. Аттина // Научно-техн. бюл. Укр. НИИЖ. – 1992. – № 60. – С. 16–21.
148. Савченко, Н. В. Прогноз развития растениеводства России // Кормопроизводство. – 2002. – № 3. – С. 2–5.
149. Савченко, Н. В. Результаты научных исследований по кормопроизводству в стране / Н. В. Савченко, Г. Н. Бычков // Кормопроизводство. – 2009. – № 9. – С. 2–4.
150. Савченко, Н. В. Современные научные достижения по кормопроизводству / Н. В. Савченко, Г. Н. Бычков // Кормопроизводство. – 2008. – № 7. – С. 2–5.
151. Сафин, Х. М. Производство кормов на мелиорированных землях Башкортостана / Х. М. Сафин, М. К. Харисов, З. А. Галин и др. — Уфа, 2001. — 214 с.
152. Сафонов, В. В. Способ поверхностного улучшения закоркаренных лугов и пастбищ и устройство для его осуществления: пат. 2535399 Рос. Федерация / В. В. Сафонов, А. В. Кудрявцев. — Заявл. 25.07.2013.
153. Свечников, А. К. Динамика ботанического состава в кормовых агрофитоценозах на основе бобово-злаковых травосмесей / А. К. Свечников, Л. М. Козлова // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 2 (26). – С. 178–190. — DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-178-190.
154. Сельманович, В. Л. Сравнительная продуктивность галеги восточной и традиционных многолетних бобовых трав // Агропанорама. – 2023. – № 1. – С. 7–10. — DOI: 10.56619/2078-7138-2023-155-1-7-10.

155. Селянинов, Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 165–177.
156. Селянинов, Г. Т. Происхождение и динамика засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. — Л.: Гидрометеиздат, 1958. — С. 5–30.
157. Смелов, С. П. Теоретические основы луговодства / С. П. Смелов. — М.: Колос, 1966. — 366 с.
158. Соколов, А. В. Исследование различных приёмов улучшения природных кормовых угодий и технические средства для их реализации / А. В. Соколов, С. П. Замана, В. В. Патлай, Т. Г. Федоровский, В. Я. Киндсфатер // Кормопроизводство. – 2013. – № 2. – С. 44–46.
159. Справочник по кормопроизводству / под ред. В. М. Косолапова, И. А. Трофимова. — 5-е изд., перераб. и доп. — М., 2014. — С. 144–239.
160. Стародубцева, А. М. 24-е Генеральное собрание Европейской федерации луговодства // Кормопроизводство. – 2012. – № 7. – С. 3–6.
161. Стародубцева, А. М. Влияние инокуляции и минеральных удобрений на продуктивность и устойчивость многолетних бобовых и злаковых трав в одновидовых посевах и травосмесях: дис. ... канд. с.-х. наук / А. М. Стародубцева. — М.: РГАУ–МСХА, 2017. — 22 с.
162. Тебердиев, Д. М. Эффективность длительного использования травостоев на сенокосах и пастбищах / Д. М. Тебердиев, В. А. Кулаков, А. В. Родионова // Научное обеспечение кормопроизводства и его роль в сельском хозяйстве, экономике, экологии и рациональном природопользовании России. – 2013. – С. 199–208.
163. Тебердиев, Д. М. Видовой состав и продуктивность долголетних агрофитоценозов / Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. — М., 2011. — С. 60–68.

164. Тебердиев, Д. М. Эффективность удобрений на долголетнем сенокосе / Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова // Кормопроизводство. – 2015. – № 10. – С. 3–7.
165. Тебердиев, Д. М. Урожайность долголетнего сенокоса при регулярном применении удобрения / Д. М. Тебердиев, Е. Г. Седова, Е. Е. Проворная // Вестник АПК Верхневолжья. – 2024. – Т. 3. – С. 67.
166. Тебердиев, Д. М. Научные основы ресурсосберегающих технологий создания культурных пастбищ / Д. М. Тебердиев, В. А. Кулаков, К. Н. Привалова и др. // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решение: сб. науч. тр. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. — С. 67–80.
167. Тебердиев, Д. М. Изменение продуктивности и показателей почвенного плодородия при применении приемов улучшения сенокоса / Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова, С. А. Запивалов // Аграрная Россия. – 2020. – № 7. – С. 27–31.
168. Трофимова, Л. С. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах / Л. С. Трофимова, В. А. Кулаков // Кормопроизводство. – 2003. – № 11. – С. 11–14.
169. Тюлин, В. А. Интенсивное использование луговых травостоев // Совершенствование технологий выращивания зерновых и кормовых культур в Калининской области: сб. науч. тр. — Калинин, 1985. — С. 52–56.
170. Тюлин, В. А. Формирование устойчиво продуктивных бобово-злаковых и злаковых травостоев: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / В. А. Тюлин. — М., 1996. — 32 с.
171. Тюльдюков, В. А. Интенсивное использование многолетних трав и травосмесей в Нечерноземной зоне РСФСР / В. А. Тюльдюков, А. Д. Прудников. — М.: Изд-во МСХА, 1992. — 96 с.

172. Федорова, Л. Д. Изменение плодородия почвы и урожайности луга при 35-летнем внесении удобрений / Л. Д. Федорова, В. В. Гудков // Агрохимия. – 1982. – № 11. – С. 91–95.
173. Федорова, О. А. Технологии и технические средства для поверхностного улучшения кормовых угодий / О. А. Федорова, А. Х. Текушев, М. Е. Чаплыгин, С. А. Давыдова // Известия. – 2022. – № 2 (66). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-i-tehnicheskie-sredstva-dlya-poverhnostnogo-uluchsheniya-kormovyh-ugodiy> (дата обращения: 18.01.2024).
174. Филатов, В. И. Сравнительная оценка продуктивности галеги восточной, люцерны изменчивой и клевера лугового в условиях лесостепной зоны восточной Сибири / В. И. Филатов, Р. А. Сагирова // Известия ТСХА. – 2006. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-otsenka-produktivnosti-galegi-vostochnoy-lyutserny-izmenchivoy-i-klevera-lugovogo-v-usloviyah-lesostepnoy-zony> (дата обращения: 09.04.2025).
175. Харьков, Г. Д. Полевое травосеяние — основа устойчивой кормовой базы и биологизации земледелия // Кормопроизводство: проблемы и пути решения: сб. науч. тр. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — С. 157–164.
176. Харьков, Г. Д. Полевое травосеяние — основа интенсификации полевого кормопроизводства / Г. Д. Харьков, Л. А. Трузина // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения: сб. науч. тр. — М., 2002. — С. 157–170.
177. Хисматуллин, М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы — составная часть органического земледелия Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 2 (53). – С. 64–67.

178. Чекель, Е. И. Возделывание клевера лугового и гибридного / Е. И. Чекель, В. В. Суходольская, Л. В. Дервояд // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. мат. — Минск, 2007. — С. 210–218.
179. Черкасов, Г. Н. Эволюция залежных земель и перспективы их использования в Центральном Черноземье / Г. Н. Черкасов, Н. П. Масютенко, А. В. Кузнецов // Земледелие. — 2007. — № 7. — С. 9–11.
180. Шайкова, Т. В. Эффективность применения фестулолиума в травосмесях / Т. В. Шайкова, А. М. Мазин, А. В. Сажин, Т. Е. Кузьмина // АгроЭкоИнженерия. — 2019. — № 1 (98). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-festuloliuma-v-travosmesyakh> (дата обращения: 10.01.2024).
181. Шайтанов, О. Л. Влияние сортов клевера лугового на плодородие серых лесных почв / О. Л. Шайтанов, Р. А. Шурхно // Кормопроизводство. — 2004. — № 3. — С. 19–20.
182. Шамсутдинов, З. Ш. Результаты и современные приоритеты в селекции кормовых растений / З. Ш. Шамсутдинов, Ю. М. Писковацкий, М. Ю. Новоселов и др. // Кормопроизводство: проблемы и пути решения : сб. науч. тр. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — С. 241–256.
183. Шатилов, И. С. Полнота всходов многолетних бобовых и злаковых трав в зависимости от глубины заделки семян / И. С. Шатилов, Л. А. Буханова, Н. В. Заренкова // Кормопроизводство. — 2002. — № 5. — С. 8–11.
184. Шельменкина, Х. Х. Эффективность длительного применения минерального удобрения в полевом стационаре на выработанной торфяной почве в условиях южной тайги Кировской области // Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг. — 2018. — С. 377–391.

185. Шелюто, Б. В. Малораспространенные кормовые культуры в полевом кормопроизводстве // Вестник БГСХА. – 2016. – № 2. – С. 55–59.
186. Шпаков, А. С. Кормовые культуры в системах земледелия и севооборотах / А. С. Шпаков. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. — 400 с.
187. Шпаков, А. С. Основные направления увеличения производства кормового белка в России // Кормопроизводство. – 2001. – № 3. – С. 6–9.
188. Шпаков, А. С. Роль опытной сети Всероссийского научно-исследовательского института кормов имени В. Р. Вильямса в совершенствовании систем кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2003. – № 9. – С. 2–7.
189. Шпаков, А. С. Состояние кормопроизводства в России / А. С. Шпаков, И. В. Савченко, Д. В. Якушев // Кормопроизводство. – 2001. – № 3. – С. 2–5.
190. Шпаков, А. С. Биологизация и экологизация земледелия и кормопроизводства в центральном экономическом районе / А. С. Шпаков, И. А. Трофимов // Кормопроизводство. – 2002. – № 2. – С. 2–5.
191. Шпаков, А. С. Перспективные направления и методология комплексного научного обеспечения устойчивого и эффективного функционирования кормопроизводства как системообразующей отрасли сельского хозяйства России / А. С. Шпаков, Д. В. Якушев // Кормопроизводство. – 2002. – № 12. – С. 2–7.
192. Эседуллаев, С. Т. Сравнительная продуктивность и питательная ценность одновидовых и смешанных посевов фестулолиума и традиционных многолетних трав на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья // Кормопроизводство. – 2018. – № 4. – С. 21–25.
193. Эседуллаев, С. Т. Влияние одновидовых и смешанных посевов многолетних трав на плодородие дерново-подзолистой почвы и

- продуктивность последующих культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 6. – С. 29–36. — DOI: 10.18551/issn1997-0749.2019-06.
194. Юдина, И. Н. Продуктивность одновидовых и совместных двухкомпонентных агроценозов многолетних бобовых трав в условиях Калужской области / И. Н. Юдина, Л. Д. Попова // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14, № 12. – С. 1860–1866. — DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-12-1860-1866.
195. Яцкова, В. Г. Продуктивность долголетних бобово-злаковых травостоев при двух- и трехукосном использовании и их улучшение подсевом в дернину клевера лугового и люцерны изменчивой в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ : дис. ... канд. с.-х. наук / В. Г. Яцкова. — М.: РГАУ–МСХА, 2010.
196. Baležentienė, L. Fluctuation of sustainable and renewable energy value of galega biomass during vegetation period / L. Baležentienė // Rural Development 2011 : proceedings of the 5th International Scientific Conference, Singapore, 18–22 April 2011. – Singapore, 2011. – P. 303–307.
197. Baoyin, T. Effects of mowing regimes and climate variability on hay production of *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev grassland in northern China / T. Baoyin [et al.] // The Rangeland Journal. – 2014. – Vol. 36. – No. 6. – P. 593–600.
198. Benefits of mixed grass-legume pastures and pasture rejuvenation using bloat-free legumes in western Canada / B. Khaliwada, S. N. Acharya, F. J. Larney [et al.] // Canadian Journal of Plant Science. – 2020. – Vol. 100. – No. 5. – P. 463–476.
199. Biomass yield and energy balance of fodder galega in different production technologies: an 11-year field experiment in a large-area farm in Poland / B. Dubis, K. J. Jankowski, M. M. Sokółski [et al.] // Renewable

- Energy. – 2020. – Vol. 154. – P. 813–825. – DOI: 10.1016/j.renene.2020.03.059.
200. Brummer, E. C. Persistence of Perennial Cool-Season Grass and Legume Cultivars under Continuous Grazing by Beef Cattle / E. C. Brummer, K. J. Moore // *Agronomy Journal*. – 2000. – Vol. 92. – P. 466–471.
 201. Burtscher, W. Recent and future developments in Common Agricultural Policy of the European Union / W. Burtscher // *Proceedings of the 20th General Federation, Luzern, Switzerland, June 21–24, 2004*. – 2004. – P. 3–4.
 202. Cuomo, G. J. Pasture renovation and grazing management impacts on cool-season grass pastures / G. J. Cuomo, D. G. Johnson, F. Forcella, M. V. Rudstrom [et al.] // *Journal of Production Agriculture*. – 1999. – Vol. 12. – No. 4. – P. 564–569.
 203. Cuomo, G. J. Interseeding Kura Clover and Birdsfoot Trefoil into Existing Cool-Season Grass Pastures / G. J. Cuomo, D. G. Johnson, W. A. Head // *Agronomy Journal*. – 2001. – Vol. 93. – P. 458–462.
 204. Davies, W. *The grass crop: its development, use and maintenance*. – London, 1960. – 363 p.
 205. Deak, A. Production and Nutritive Value of Grazed Simple and Complex Forage Mixtures / A. Deak, M. H. Hall, M. A. Sanderson, D. D. Archibald // *Agronomy Journal*. – 2007. – Vol. 99. – P. 814–821.
 206. Effects of thirty-seven years of stocking and fertility regimens on soil chemical properties in bermudagrass pastures / M. L. Silveria, F. M. Rouquette, V. A. Haby, G. R. Smith // *Agronomy Journal*. – 2016. – Vol. 108. – P. 913–921.
 207. Egamberdieva, D. Co-inoculation of *Pseudomonas* spp. with *Rhizobium* improves growth and symbiotic performance of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) / D. Egamberdieva, G. Berg, K. Lindström, L. A.

- Räsänen // *European Journal of Soil Biology*. – 2010. – Vol. 46. – Iss. 3–4. – P. 269–272.
208. Ernst, P. Verfahren zur umbruchlosen Grünlandverbesserung / P. Ernst, N. Mott // *Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland*. – 1986. – Bd. 153. – No. 36. – P. 2280–2283.
209. Fischer, D. Was bringt Guile auf Grünland / D. Fischer // *Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland*. – 1989. – No. 43.2. – P. 559–560.
210. Forage sorghum-legumes intercropping: Effect on growth, yields, nutritional quality and economic returns / M. A. Iqbal, A. Hamid, T. Ahmad [et al.] // *Bragantia*. – 2018. – Vol. 77. – No. 1. – P. 283–291. – DOI: 10.1590/1678-4499.2017363.
211. Gettle, R. M. Frost-seeding legumes into established switchgrass: Establishment, density, persistence, and sward composition / R. M. Gettle, J. R. George, K. M. Blanchet, D. R. Buxton, K. J. Moore // *Agronomy Journal*. – 1996. – Vol. 88. – P. 98–103.
212. Granatstein, D. Direct seeding legumes into orchard alleys for nitrogen production / D. Granatstein, E. Kirby, J. Davenport // *Acta Horticulturae*. – 2013. – Is. 1001. – P. 329–334.
213. Guretzky, J. A. Emergence and Survival of Legumes Seeded into Pastures Varying in Landscape Position / J. A. Guretzky, K. J. Moore, A. D. Knapp, C. E. Brummer // *Crop Science*. – 2004. – Vol. 44. – P. 227–233.
214. Hall, M. H. Effect of Seeding Rate on Alfalfa Stand Longevity / M. H. Hall, C. J. Nelson, J. H. Coutts, R. C. Stout // *Agronomy Journal*. – 2004. – Vol. 96. – P. 717–722.
215. Halling, M. Correlation between yield of forage legumes in grass mixtures and accumulation of soil mineral nitrogen in Sweden / M. Halling, D. Scholefield // *Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Brazil*. – 2001. – P. 109–111.

216. Harmony, K. R. Spatial legume composition and diversity across seeded slopes / K. R. Harmony, K. J. Moore, E. C. Brummer, C. L. Burns, J. R. George // *Agronomy Journal*. – 2001. – Vol. 93. – P. 992–1000.
217. Harrington, K. C. Weed population dynamics for contrasting organic pasture establishment techniques / K. C. Harrington, P. D. Kemp, D. J. Horne, X. Z. He // *New Zealand Plant Protection*. – 2013. – Vol. 66. – P. 110–117.
218. Ignaczak, S. Fractional harvest of fodder galega for improved herbage nutritive value / S. Ignaczak // *Agronomy*. – 2021. – Vol. 11. – P. 480.
219. Is mechanical soil aeration a strategy to alleviate soil compaction and decrease phosphorus and suspended sediment losses from irrigated and rain-fed cattle-grazed pastures? / F. C. Cournane, R. W. McDowell, R. P. Littlejohn, D. J. Houlbrooke [et al.] // *Soil Use and Management*. – 2011. – Vol. 27. – P. 376–384.
220. Jefferson, P. G. Comparison of six zero-till seed drill openers for establishment and persistence of sod-seeded alfalfa (*Medicago sativa* L.) in a cool-season perennial grass pasture / P. G. Jefferson, S. N. Gregg, L. Hill, H. A. (Bart) Lardner // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2022. – Vol. 102. – No. 1. – P. 154–164. – DOI: 10.1139/cjps-2020-0299.
221. Johnston, A. E. The value of long-term experiments in agricultural, ecological, and environmental research / A. E. Johnston, P. R. Poulton, K. Coleman // *Advances in Agronomy*. – 2017. – Vol. 143. – P. 1–55. – DOI: 10.1016/bs.agron.2017.01.001.
222. Jongros, B. Multifunctionality of grassland systems in Switzerland / B. Jongros, P. Thomet // *Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, Luzern, Switzerland, June 21–24, 2004*. – 2004. – P. 11–23.
223. Jung, G. A. Ryegrasses. Cool-season forage grasses / G. A. Jung, A. J. P. Van Wijk, W. F. Hunt, C. E. Watson // *Cool-season forage grasses* / ed. by

- L. E. Moser et al. – Madison, WI : ASA, CSSA, and SSSA, 1996. – Vol. 34. – P. 605–641. – (Agronomy Monogr.).
224. Jungmeier, M. Entwicklung von Bracheflächen unter unterschiedlicher Vornutzung: Analyse von Dauerversuchsflächen des Bracheprojektes "Metschach" hinsichtlich Artenzahlen / M. Jungmeier // *Carinthia*. – 1997. – No. 2. – P. 591–595.
225. Kajzrová, K. The effect of 19 years of restoration managements on forage quality and herbage–soil relationships within improved upland grassland / K. Kajzrová [et al.] // *Grass and Forage Science*. – 2022. – Vol. 77. – No. 3. – P. 167–174.
226. Kallenbach, R. L. Quality, and Persistence of Grazing- and Hay-Type Alfalfa under Three Harvest Frequencies / R. L. Kallenbach, C. J. Nelson, J. H. Coutts // *Agronomy Journal*. – 2002. – Vol. 94. – P. 1094–1103.
227. Khatiwada, B. Pasture rejuvenation using sainfoin and cicer milkvetch in western Canada / B. Khatiwada, S. Acharya, F. Larney, N. Lupwayi [et al.] // *Agronomy Journal*. – 2021. – Vol. 113. – No. 1. – P. 26–41.
228. Kohoutek, A. Direct sowing of red clover and inter-genus hybrids – field emergence and weight of sown plants / A. Kohoutek, P. Komárek, V. Odstrčilová, P. Nerušil [et al.] // *Proceedings of the 17th Symposium of the European Grassland Federation, Akureyri, Iceland, 23–26 June 2013*. – 2013. – P. 228–230.
229. Kutyna, I. Stabilność fitocenologiczna i współczynniki pokrycia gatunków w zbiorowiskach roślinnych na odłogach jednorocznych i trzyletnich / I. Kutyna // *Zeszyty Naukowe Rolniczej Akademii Szczecińskiej*. – 1997. – No. 68. – P. 163–177.
230. Laberge, G. Forage Yield and Species Composition in Years following Kura Clover Sod-Seeding into Grass Swards / G. Laberge, P. Seguin, P. R. Peterson, C. C. Sheaffer, N. J. Ehlke // *Agronomy Journal*. – 2005. – Vol. 97. – P. 1352–1360.

231. Laidlaw, A. S. Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives / A. S. Laidlaw, N. Teuber // Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Sao Paulo, Brazil. – 2001. – P. 85–92.
232. Lamb, J. F. S. Population Density and Harvest Maturity Effects on Leaf and Stem Yield in Alfalfa / J. F. S. Lamb, C. C. Sheaffer, D. A. Samac // Agronomy Journal. – 2003. – Vol. 95. – P. 635–641.
233. Lehman, B. The contribution of grassland to social benefits of agriculture – an economic analysis / B. Lehman, W. Hediger // Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, Luzern, Switzerland, June 21–24, 2004. – 2004. – P. 105–106.
234. Leonard, W. F. Pasture renovation: Ahead of its time / W. F. Leonard // New Zealand Journal of Agricultural Science. – 1984. – Vol. 18. – No. 4. – P. 199–202.
235. Mosgnera-Losada, M. R. Continuous and rotational grazing system with horses: effect on gorse production understory developed under *Pinus radiata* stand / M. R. Mosgnera-Losada, R. Mouhbi // Grassland in a Changing World. Proceedings of the 23rd General Meeting of the European Grassland Federation, Germany. – 2010. – P. 184–186.
236. Nave, R. L. G. Forage warm-season legumes and grasses intercropped with corn as an alternative for corn silage production / R. L. G. Nave, M. D. Corbin // Agronomy. – 2018. – Vol. 8. – No. 10. – P. 199. – URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy8100199> (дата обращения: 21.12.2023). – DOI: 10.3390/agronomy8100199.
237. Flaten, O. Forage production strategies for improved profitability in organic dairy production at high latitudes / O. Flaten, A. K. Bakken, A. Lindås, H. Steinshamn // Livestock Science. – 2019. – Vol. 223. – P. 97–107.
238. Omokanye, A. Evaluation of methods of pasture rejuvenation for improved forage production / A. Omokanye, D. Westerlund, H. Lardner, L.

- Vihvelin, L. Sreekumar // Crop, Forage and Turfgrass Management. – 2019. – Vol. 5. – P. 1–9. – DOI: 10.2134/cftm2018.12.0103.
239. Pecetti, L. Selection of grazing-tolerant lucerne cultivars / L. Pecetti, M. Romani, L. De Rosa, E. Piano // Grass and Forage Science. – 2008. – Vol. 63. – No. 3. – P. 360–368.
240. Pflimlin, A. Environment friendly and sustainable dairy systems in Atlantic Area / A. Pflimlin // Proceedings of the 14th Symposium of the European Grassland Federation, Ghent, Belgium, 3–5 September 2007. – 2007. – P. 492–495.
241. Rabier, F. Assessment of energy consumption pattern in a sample of Wallon Livestock farming systems / F. Rabier, C. Mignon, D. Stilmann // Grassland in a Changing World. Proceedings of the 23rd General Meeting of the European Grassland Federation, Germany. – 2010. – P. 121–123.
242. Raids, D. The combined use of fertilizer nitrogen and white clover as nitrogen sources for herbage growth / D. Raids // The Journal of Agricultural Science. – 1983. – Vol. 100. – No. 3. – P. 613–623.
243. Roder, N. Impact of the CAP reform of 2003 on the use of pastoral land in Europe / N. Roder // Proceedings of the 14th Symposium of the European Grassland Federation, Ghent, Belgium, 3–5 September 2007. – 2007. – P. 445–462.
244. Sato, K. Development of ecological renovation method in areas of grassland cultivated with a reduced-rotary machine (stripe tillage). 1. Main factors affecting establishment of herbage / K. Sato, K. Inoue, M. Nashiki [et al.] // Bulletin of the National Grassland Research Institute, Nishinasuno, Tochigi. – 1990. – Vol. 43. – P. 46–53.
245. Sheaffer, C. C. Leaf and stem properties of alfalfa entries / C. C. Sheaffer, N. P. Martin, J. F. S. Lamb, G. R. Cuomo [et al.] // Agronomy Journal. – 2000. – Vol. 92. – No. 1. – P. 733–739.

246. Sturite, I. Persistence and establishment of red clover plants in extensively managed grassland in Norway / I. Sturite, T. Lunnan // Proceedings of the 19th Symposium of the European Grassland Federation, Alghero, Italy, 7–10 May 2017. – 2017. – P. 425–427.
247. Taylor, R. Legume Establishment in Grass Sods Using Minimum-Tillage Seeding Techniques without Herbicide / R. Taylor, D. Allinson // Agronomy Journal. – 1983. – Vol. 75. – Iss. 2. – P. 167–172.
248. Tiley, G. Regeneration of floral diversity in grassland conservation headlands / G. Tiley, B. Philp // Proceedings of the 16th General Meeting of European Grassland Federation, Grado, Italy. – 2009. – Vol. 1. – P. 855–858.
249. Triplett, G. B. J. No-Tillage Crop Production: A Revolution in Agriculture! / G. B. J. Triplett, W. A. Dick // Agronomy Journal. – 2008. – Vol. 100. – P. 153–165.
250. Trukhachev, V. I. Current status of resource potential of agriculture in the South of Russia / V. I. Trukhachev, I. Yu. Sklyarov, Yu. M. Sklyarova // Montenegrin Journal of Economics. – 2016. – Vol. 12. – No. 3. – P. 115–126.
251. Weselowski, P. Wpływ intensywnego użytkowania kosnego na plonowanie roślinności łąkowej / P. Weselowski // Nowe Rolnictwo. – 1978. – R. 27. – No. 10. – P. 1–2.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Урожайность травостоев опыта 1, т/га сухого вещества за 2021 г.
(в числителе двухукосное использование, в знаменателе – трехукосное)

Вариант	Повторность			
	I	II	III	IV
1. Кострец безостый + тимофеевка луговая – злаки	<u>3,78</u> 3,48	<u>3,63</u> 3,65	<u>3,69</u> 3,81	<u>3,90</u> 3,58
2. Злаки +N ₉₀	<u>3,44</u> 3,72	<u>3,21</u> 3,64	<u>3,50</u> 3,54	<u>3,34</u> 3,34
3. Клевер ползучий	<u>3,61</u> 3,73	<u>3,33</u> 3,47	<u>3,44</u> 3,47	<u>3,23</u> 3,50
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>3,69</u> 3,82	<u>3,51</u> 3,63	<u>3,43</u> 3,74	<u>3,19</u> 3,90
5. Клевер луговой	<u>3,76</u> 3,64	<u>3,90</u> 3,60	<u>3,84</u> 3,39	<u>3,73</u> 3,54
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	<u>3,54</u> 3,70	<u>3,25</u> 3,62	<u>3,44</u> 3,54	<u>3,50</u> 3,65
7. Клевер ползучий + злаки	<u>3,95</u> 3,48	<u>3,89</u> 3,29	<u>3,84</u> 3,33	<u>3,90</u> 3,43
8. Клевер луговой + злаки	<u>3,44</u> 3,98	<u>3,40</u> 4,14	<u>3,46</u> 4,22	<u>3,25</u> 4,19
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	<u>3,26</u> 3,77	<u>3,64</u> 3,69	<u>3,61</u> 3,75	<u>3,34</u> 4,07
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	<u>3,54</u> 3,22	<u>3,34</u> 3,18	<u>3,30</u> 3,08	<u>3,30</u> 2,92

Таблица дисперсионного анализа урожайности за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F _f (дисперсия S ²)	F ₀₅
В	1,6583	9	0,1843	11,298	2,050
А	0,1201	1	0,1201	7,366	4,020
ВА	2,4731	9	0,2748	16,850	2,050
П	0,0913	3	0,0304	1,867	2,780
остаточное	0,9296	57	0,0163		
общая	5,2724	79			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,1806

для фактора А – 0,1277

для фактора В – 0,0571, для взаимодействия АВ – 0,1277

Приложение Б

Урожайность травостоев опыта 1, т/га сухого вещества за 2022 г.
(в числителе двухукосное использование, в знаменателе – трехукосное)

Вариант	Повторность			
	I	II	III	IV
1. Кострец безостый + тимopheевка луговая – злаки	<u>5,48</u> 4,36	<u>5,06</u> 4,75	<u>4,93</u> 4,50	<u>5,29</u> 4,85
2. Злаки +N ₉₀	<u>4,33</u> 4,79	<u>5,31</u> 3,92	<u>5,27</u> 4,41	<u>4,60</u> 4,43
3. Клевер ползучий	<u>4,99</u> 4,46	<u>4,41</u> 4,01	<u>4,99</u> 3,74	<u>5,07</u> 4,23
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>5,58</u> 5,00	<u>5,08</u> 4,14	<u>4,77</u> 4,33	<u>4,97</u> 4,76
5. Клевер луговой	<u>4,63</u> 3,77	<u>4,99</u> 3,57	<u>5,50</u> 4,26	<u>5,35</u> 3,99
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	<u>5,08</u> 4,70	<u>5,13</u> 3,99	<u>5,96</u> 4,36	<u>5,74</u> 4,80
7. Клевер ползучий + злаки	<u>6,01</u> 4,33	<u>5,73</u> 4,42	<u>5,07</u> 4,42	<u>5,64</u> 4,70
8. Клевер луговой + злаки	<u>6,53</u> 4,80	<u>6,34</u> 4,27	<u>6,14</u> 4,65	<u>5,63</u> 4,01
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	<u>5,84</u> 6,11	<u>5,37</u> 5,61	<u>5,64</u> 5,23	<u>6,36</u> 5,88
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	<u>5,25</u> 4,66	<u>5,36</u> 4,54	<u>5,49</u> 4,59	<u>4,88</u> 4,41

Таблица дисперсионного анализа урожайности за 2022 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F _f (дисперсия S ²)	F ₀₅
В	10,4265	9	1,1585	10,190	2,050
А	13,6455	1	13,6455	120,019	4,020
ВА	3,8365	9	0,4263	3,749	2,050
П	0,6134	3	0,2045	1,798	2,780
остаточное	6,4806	57	0,1137		
общая	35,0025	79			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,4769

для фактора А – 0,3372

для фактора В – 0,1508

для взаимодействия АВ – 0,3372

Приложение В

Урожайность травостоев опыта 1, т/га сухого вещества за 2023 г.
(в числителе двухукосное использование, в знаменателе – трехукосное)

Вариант	Повторность			
	I	II	III	IV
1. Кострец безостый + тимopheевка луговая – злаки	<u>1,76</u> 3,67	<u>2,46</u> 4,27	<u>2,57</u> 3,45	<u>1,71</u> 3,55
2. Злаки +N ₉₀	<u>1,98</u> 3,78	<u>2,84</u> 3,67	<u>2,61</u> 3,62	<u>2,28</u> 3,45
3. Клевер ползучий	<u>1,98</u> 3,55	<u>1,99</u> 3,12	<u>1,67</u> 2,95	<u>1,32</u> 3,70
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>1,66</u> 3,64	<u>1,80</u> 2,29	<u>1,63</u> 2,64	<u>1,95</u> 3,14
5. Клевер луговой	<u>2,36</u> 2,81	<u>1,75</u> 2,85	<u>1,87</u> 2,56	<u>2,40</u> 2,79
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	<u>2,03</u> 2,91	<u>2,47</u> 2,86	<u>2,03</u> 2,90	<u>2,04</u> 3,07
7. Клевер ползучий + злаки	<u>2,49</u> 3,67	<u>2,58</u> 3,58	<u>2,51</u> 3,36	<u>2,45</u> 3,66
8. Клевер луговой + злаки	<u>2,15</u> 3,34	<u>2,22</u> 2,80	<u>2,26</u> 2,82	<u>2,24</u> 3,32
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	<u>2,90</u> 4,89	<u>2,77</u> 3,49	<u>2,65</u> 4,27	<u>2,78</u> 4,78
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	<u>2,56</u> 3,27	<u>2,45</u> 3,40	<u>2,42</u> 3,38	<u>2,58</u> 3,11

Таблица дисперсионного анализа урожайности за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F _f (дисперсия S ²)	F ₀₅
В	9,8747	9	1,0972	11,938	2,050
А	25,5493	1	25,5493	277,987	4,020
ВА	2,3796	9	0,2644	2,877	2,050
П	0,2738	3	0,0913	0,993	2,780
остаточное	5,2388	57	0,0919		
общая	43,3162	79			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,4288

для фактора А – 0,3032

для фактора В – 0,1356

для взаимодействия АВ – 0,3032

Урожайность травостоев в сумме опыт 1, т/га сухого вещества за 2021-2023 гг.

(в числителе трехукосное использование, в знаменателе – двухукосное)

Вариант	Повторность			
	I	II	III	IV
1. Кострец безостый + тимopheевка луговая – злаки	<u>11,51</u> 11,02	<u>12,67</u> 11,15	<u>11,76</u> 11,19	<u>11,98</u> 10,90
2. Злаки +N ₉₀	<u>12,29</u> 9,75	<u>11,23</u> 11,36	<u>11,57</u> 11,38	<u>11,22</u> 10,22
3. Клевер ползучий	<u>11,74</u> 10,58	<u>10,60</u> 9,73	<u>10,16</u> 10,09	<u>11,43</u> 9,62
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>12,46</u> 10,93	<u>10,06</u> 10,39	<u>10,71</u> 9,83	<u>11,80</u> 10,11
5. Клевер луговой	<u>10,22</u> 10,75	<u>10,02</u> 10,65	<u>10,21</u> 11,21	<u>10,32</u> 11,48
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	<u>11,31</u> 10,65	<u>10,47</u> 10,85	<u>10,80</u> 11,43	<u>11,52</u> 11,28
7. Клевер ползучий + злаки	<u>11,48</u> 12,45	<u>11,29</u> 12,20	<u>11,11</u> 11,42	<u>11,79</u> 11,99
8. Клевер луговой + злаки	<u>12,12</u> 12,12	<u>11,21</u> 11,96	<u>11,69</u> 11,86	<u>11,52</u> 11,12
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	<u>14,77</u> 12,00	<u>12,79</u> 11,78	<u>13,25</u> 11,89	<u>14,73</u> 12,48
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	<u>11,15</u> 11,35	<u>11,13</u> 11,15	<u>11,05</u> 11,21	<u>10,44</u> 10,76

Таблица дисперсионного анализа урожайности за 2021-2023 гг.

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F _f (дисперсия S ²)	F ₀₅
В	37,6555	9	4,1839	15,544	2,050
А	2,9223	1	2,9223	10,857	4,020
ВА	13,0747	9	1,4527	5,397	2,050
П	1,8915	3	0,6305	2,342	2,780
остаточное	15,3429	57	0,2692		
общая	70,8869	79			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,2446

для фактора А – 0,1729

для фактора В – 0,0773

для взаимодействия АВ – 0,1729

Урожайность травостоев опыта 1, т/га сухого вещества за 2024 г.
(в числителе двухукосное использование, в знаменателе – трехукосное)

Вариант	Повторность			
	I	II	III	IV
1. Кострец безостый + тимopheевка луговая – злаки	<u>2,20</u> 1,97	<u>2,26</u> 2,03	<u>2,31</u> 2,11	<u>2,38</u> 2,17
2. Злаки +N ₉₀	<u>3,60</u> 2,83	<u>4,02</u> 3,12	<u>4,10</u> 3,24	<u>4,60</u> 3,53
3. Клевер ползучий	<u>2,28</u> 1,82	<u>2,51</u> 2,07	<u>2,56</u> 2,33	<u>2,85</u> 2,21
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>2,35</u> 2,15	<u>2,41</u> 2,21	<u>2,46</u> 2,31	<u>2,57</u> 2,37
5. Клевер луговой	<u>2,76</u> 2,38	<u>2,83</u> 2,45	<u>2,89</u> 2,55	<u>3,02</u> 2,63
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	<u>2,65</u> 2,13	<u>2,72</u> 2,19	<u>2,78</u> 2,29	<u>2,90</u> 2,35
7. Клевер ползучий + злаки	<u>2,37</u> 1,86	<u>2,43</u> 1,92	<u>2,48</u> 2,02	<u>2,59</u> 2,08
8. Клевер луговой + злаки	<u>2,86</u> 2,34	<u>2,93</u> 2,41	<u>2,99</u> 2,51	<u>3,12</u> 2,58
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	<u>2,72</u> 2,14	<u>2,79</u> 2,20	<u>2,85</u> 2,30	<u>2,97</u> 2,36
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	<u>2,75</u> 2,13	<u>2,82</u> 2,19	<u>2,88</u> 2,29	<u>3,00</u> 2,35

Таблица дисперсионного анализа урожайности за 2024 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F _f (дисперсия S ²)	F ₀₅
В	12,3742	9	1,3749	167,564	2,050
А	4,7239	1	4,7239	575,718	4,020
ВА	0,7552	9	0,0839	10,227	2,050
П	1,0809	3	0,3603	43,911	2,780
остаточное	0,4677	57	0,0082		
общая	19,4019	79			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,1281

для фактора А – 0,0906

для фактора В – 0,0405

для взаимодействия АВ – 0,0906

Урожайность травостоев опыта 1, т/га сухого вещества за 2025 г.
(в числителе двухукосное использование, в знаменателе – трехукосное)

Вариант	Повторность			
	I	II	III	IV
1. Кострец безостый + тимофеевка луговая – злаки	<u>2,44</u> 1,26	<u>3,52</u> 1,79	<u>3,07</u> 1,45	<u>3,21</u> 1,59
2. Злаки +N ₉₀	<u>5,63</u> 3,76	<u>5,78</u> 4,35	<u>5,90</u> 3,44	<u>6,16</u> 4,11
3. Клевер ползучий	<u>2,97</u> 1,25	<u>3,04</u> 1,28	<u>3,10</u> 1,30	<u>3,24</u> 1,36
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>3,40</u> 2,09	<u>4,12</u> 2,14	<u>3,67</u> 2,19	<u>3,40</u> 2,28
5. Клевер луговой	<u>3,58</u> 2,17	<u>3,67</u> 2,23	<u>3,75</u> 2,20	<u>3,91</u> 2,27
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	<u>3,03</u> 1,69	<u>4,13</u> 1,73	<u>3,70</u> 1,77	<u>3,86</u> 1,84
7. Клевер ползучий + злаки	<u>2,91</u> 1,31	<u>2,98</u> 1,34	<u>3,04</u> 1,36	<u>3,18</u> 1,42
8. Клевер луговой + злаки	<u>3,34</u> 2,01	<u>3,42</u> 2,06	<u>3,49</u> 2,10	<u>3,65</u> 2,19
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	<u>3,31</u> 1,34	<u>3,39</u> 1,38	<u>3,47</u> 1,40	<u>3,62</u> 1,46
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	<u>3,56</u> 1,36	<u>3,65</u> 1,60	<u>3,73</u> 1,53	<u>3,89</u> 1,59

Таблица дисперсионного анализа урожайности за 2025 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F _f (дисперсия S ²)	F ₀₅
В	44,7795	9	4,9755	158,669	2,050
А	61,1101	1	61,1101	1948,800	4,020
ВА	1,3492	9	0,1499	4,781	2,050
П	1,0267	3	0,3422	10,914	2,780
остаточное	1,7874	57	0,0314		
общая	110,0529	79			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,2505

для фактора А – 0,1771

для фактора В – 0,0792

для взаимодействия АВ – 0,1771

Урожайность травостоев в сумме опыта 1, т/га сухого в-ва за 2021-2025 гг.
(в числителе двухукосное использование, в знаменателе – трехукосное)

Вариант	Повторность			
	I	II	III	IV
1. Кострец безостый + тимopheевка луговая – злаки	<u>15,66</u> 14,74	<u>16,93</u> 16,49	<u>16,57</u> 15,32	<u>16,49</u> 15,74
2. Злаки +N ₉₀	<u>18,98</u> 18,88	<u>21,16</u> 18,70	<u>21,38</u> 18,25	<u>20,98</u> 18,86
3. Клевер ползучий	<u>15,83</u> 14,81	<u>15,28</u> 13,95	<u>15,75</u> 13,79	<u>15,71</u> 15,0
4. Люцерна изменчивая сорта Селена	<u>16,68</u> 16,70	<u>16,92</u> 14,41	<u>15,96</u> 15,21	<u>16,08</u> 16,45
5. Клевер луговой	<u>17,09</u> 14,77	<u>17,15</u> 14,70	<u>17,85</u> 14,96	<u>17,25</u> 15,22
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88	<u>16,33</u> 15,13	<u>17,70</u> 14,39	<u>17,91</u> 14,86	<u>18,04</u> 15,71
7. Клевер ползучий + злаки	<u>17,73</u> 14,65	<u>17,61</u> 14,55	<u>16,94</u> 14,49	<u>17,76</u> 15,29
8. Клевер луговой + злаки	<u>18,32</u> 16,47	<u>18,31</u> 15,68	<u>18,34</u> 16,30	<u>17,89</u> 16,29
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки	<u>18,03</u> 18,25	<u>17,96</u> 16,37	<u>18,21</u> 16,95	<u>19,07</u> 18,55
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки	<u>17,66</u> 14,64	<u>17,62</u> 14,92	<u>17,82</u> 14,87	<u>17,65</u> 14,38

Таблица дисперсионного анализа урожайности за 2021-2025 годы

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F _f (дисперсия S ²)	F ₀₅
В	122,3311	9	13,5923	41,182	2,05
А	66,4484	1	66,4484	201,323	4,02
ВА	13,3236	9	1,4804	4,485	2,05
П	1,9211	3	0,6404	1,940	2,78
остаточное	18,8133	57	0,3301		
общая	222,8374	79			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,8126

для фактора А – 0,5746

для фактора В – 0,2570

для взаимодействия АВ – 0,5746

Приложение 3

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, сырой протеин за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	50,863	9	5,6511	602,569	2,46
Повторность	0,001	2	0,001	0,208	3,55
остаточное	0,063	18	0,004		
общая	50,928	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,10

Приложение И

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, сырой протеин за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	18,843	9	2,094	643,167	2,46
Повторность	0,002	2	0,001	0,300	3,55
остаточное	0,059	18	0,003		
общая	18,903	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,09

Приложение К

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, сырой протеин за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	57,016	9	6,3353	384,580	2,46
Повторность	0,005	2	0,003	1,435	3,55
остаточное	0,034	18	0,002		
общая	57,055	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,07

Приложение Л

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, сырая клетчатка за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	21,045	9	2,3381	267,647	2,46
Повторность	0,008	2	0,004	2,118	3,55
остаточное	0,033	18	0,002		
общая	21,086	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,07

Приложение М

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, сырая клетчатка за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	17,133	9	1,9041	349,539	2,46
Повторность	0,002	2	0,001	0,692	3,55
остаточное	0,025	18	0,001		
общая	17,160	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,06

Приложение Н

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, сырая клетчатка за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	32,451	9	3,6065	538,333	2,46
Повторность	0,006	2	0,003	4,500	3,55
остаточное	0,012	18	0,001		
общая	32,469	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение О

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, сырой жир за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	1,489	9	0,165	215,903	2,46
Повторность	0,001	2	0,000	0,468	3,55
остаточное	0,014	18	0,001		
общая	1,504	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение П

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, сырой жир за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	1736,499	9	192,944	*	2,46
Повторность	0,000	2	0,000	0,000	3,55
остаточное	0,018	18	0,001		
общая	1736,517	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение Р

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, сырой жир за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,429	9	0,048	47,459	2,46
Повторность	0,001	2	0,000	0,319	3,55
остаточное	0,018	18	0,001		
общая	0,428	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение С

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, Са за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,128	9	0,014	32,033	2,46
Повторность	0,000	2	0,000	0,131	3,55
остаточное	0,008	18	0,000		
общая	0,137	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,03

Приложение Т

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, Са за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,068	9	0,008	9,060	2,46
Повторность	0,001	2	0,001	0,620	3,55
остаточное	0,015	18	0,001		
общая	0,084	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение У

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, Са за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,434	9	0,048	59,150	2,46
Повторность	0,001	2	0,000	0,415	3,55
остаточное	0,015	18	0,001		
общая	0,449	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение Ф

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, Р за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,007	9	0,001	1,282	2,46
Повторность	0,001	2	0,000	0,401	3,55
остаточное	0,011	18	0,001		
общая	0,019	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение Х

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, Р за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,030	9	0,003	7,398	2,46
Повторность	0,001	2	0,001	1,376	3,55
остаточное	0,008	18	0,000		
общая	0,039	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,03

Приложение Ц

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, сырой протеин за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	73,884	9	8,2099	170,605	2,46
Повторность	0,001	2	0,001	0,818	3,55
остаточное	0,016	18	0,001		
общая	73,902	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение Ч

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, сырой протеин за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	40,436	9	4,4938	281,300	2,46
Повторность	0,011	2	0,006	10,350	3,55
остаточное	0,010	18	0,001		
общая	40,457	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение III

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, сырая клетчатка за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	26,590	9	2,9543	889,714	2,46
Повторность	0,004	2	0,002	2,571	3,55
остаточное	0,014	18	0,001		
общая	26,607	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение III

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, сырая клетчатка за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	21,516	9	2,3911	836,000	2,46
Повторность	0,004	2	0,002	1,500	3,55
остаточное	0,023	18	0,001		
общая	21,543	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,06

Приложение VI

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, сырой жир за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,574	9	0,064	74,063	2,46
Повторность	0,003	2	0,001	1,488	3,55
остаточное	0,016	18	0,001		
общая	0,592	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение Э

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, сырой жир за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,590	9	0,066	37,369	2,46
Повторность	0,001	2	0,000	0,157	3,55
остаточное	0,032	18	0,002		
общая	0,622	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,07

Приложение Ю

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, Са за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,702	9	0,078	58,701	2,46
Повторность	0,005	2	0,002	1,813	3,55
остаточное	0,024	18	0,001		
общая	0,731	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,06

Приложение Я

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, Са за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,345	9	0,038	28,527	2,46
Повторность	0,013	2	0,006	4,828	3,55
остаточное	0,024	18	0,001		
общая	0,382	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,06

Приложение АА

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, Р за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,021	9	0,002	1,653	2,46
Повторность	0,000	2	0,000	0,016	3,55
остаточное	0,025	18	0,001		
общая	0,046	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,06

Приложение ББ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, Р за 2021 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,016	9	0,002	1,368	2,46
Повторность	0,001	2	0,000	0,204	3,55
остаточное	0,024	18	0,001		
общая	0,041	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,06

Приложение ВВ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, сырой протеин за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	29,055	9	3,228	4,295	2,25
Повторность	357,115	3	119,038	158,382	2,96
остаточное	20,293	27	0,752		
общая	406,463	39			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,25

Приложение ГГ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, сырой протеин за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	38,300	9	4,256	1,614	2,15
Повторность	397,205	4	99,301	37,666	2,63
остаточное	94,908	36	2,636		
общая	530,413	49			

НСР (уровень значимости = 0,05): 2,07

Приложение ДД

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, сырой протеин за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	93,512	9	10,390	10,559	2,15
Повторность	222,478	4	55,619	56,522	2,63
остаточное	35,425	36	0,984		
общая	351,414	49			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,26

Приложение ЕЕ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, сырая клетчатка за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	13,969	9	1,552	2,078	2,46
Повторность	28,754	2	14,377	19,244	3,55
остаточное	13,447	18	0,747		
общая	56,170	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,48

Приложение ЖЖ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, сырая клетчатка за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	13,041	9	1,449	2,284	2,46
Повторность	10,795	2	5,397	8,509	3,55
остаточное	11,418	18			
общая	35,254	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,36

Приложение ЗЗ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, сырая клетчатка за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	22,602	9	2,511	3,144	2,46
Повторность	22,998	2	11,499	14,395	3,55
остаточное	14,379	18	0,799		
общая	59,979	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,53

Приложение ИИ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, сырой жир за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	1,889	9	0,210	1,619	2,46
Повторность	0,104	2	0,052	0,402	3,55
остаточное	2,333	18	0,130		
общая	4,327	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,61

Приложение КК

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, сырой жир за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	1,079	9	0,120	1,402	2,46
Повторность	1,118	2	0,559	6,535	3,55
остаточное	1,539	18	0,086		
общая	3,737	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,50

Приложение ЛЛ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, сырой жир за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,827	9	0,092	1,151	2,46
Повторность	1,371	2	0,686	8,587	3,55
остаточное	1,437	18	0,080		
общая	3,636	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,48

Приложение ММ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, Са за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,487	9	0,054	56,241	2,46
Повторность	0,002	2	0,001	1,188	3,55
остаточное	0,017	18	0,001		
общая	0,507	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение НН

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, Са за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,609	9	0,068	30,351	2,46
Повторность	0,006	2	0,003	1,343	3,55
остаточное	0,040	18	0,002		
общая	0,655	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,08

Приложение ОО

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, Са за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	1,086	9	0,121	118,086	2,46
Повторность	0,012	2	0,006	6,108	3,55
остаточное	0,018	18	0,001		
общая	1,116	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение ПП

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 1 укос, Р за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,009	9	0,001	1,466	2,46
Повторность	0,002	2	0,000	1,701	3,55
остаточное	0,013	18	0,001		
общая	0,024	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение РР

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 2 укос, Р за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,011	9	0,001	1,677	2,46
Повторность	0,001	2	0,000	0,414	3,55
остаточное	0,013	18	0,001		
общая	0,025	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,04

Приложение СС

Таблица дисперсионного анализа химического состава при трехукосном скашивании 3 укос, Р за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,007	9	0,001	2,441	2,46
Повторность	0,000	2	0,000	0,436	3,55
остаточное	0,005	18	0,000		
общая	0,012	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,03

Приложение ТТ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, сырой протеин за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	32,698	9	3,633	170,605	2,15
Повторность	1051,930	4	262,982	0,818	2,63
остаточное	57,112	36	1,586		
общая	1141,740	49			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,61

Приложение УУ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, сырой протеин за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	38,723	9	4,303	3,550	2,15
Повторность	383,466	4	95,866	79,107	2,63
остаточное	43,627	36	1,212		
общая	465,815	49			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,40

Приложение ФФ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, сырая клетчатка за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	38,811	9	4,312	2,575	2,46
Повторность	10,117	2	5,059	3,021	3,55
остаточное	30,143	18	1,675		
общая	79,070	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 2,22

Приложение ХХ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, сырая клетчатка за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	10,844	9	1,205	2,871	2,46
Повторность	23,197	2	11,599	27,642	3,55
остаточное	7,553	18	0,420		
общая	41,594	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 1,11

Приложение ЦЦ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, сырой жир за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	1,453	9	0,161	2,537	2,46
Повторность	0,836	2	0,418	6,568	3,55
остаточное	1,146	18	0,064		
общая	3,435	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,43

Приложение ЧЧ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, сырой жир за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	1,471	9	0,163	1,343	2,46
Повторность	0,262	2	0,131	1,075	3,55
остаточное	2,190	18	0,122		
общая	3,922	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,59

Приложение ШШ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, Са за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,804	9	0,089	93,953	2,46
Повторность	0,002	2	0,001	0,857	3,55
остаточное	0,017	18	0,001		
общая	0,822	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение ЩЩ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, Са за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,829	9	0,092	104,784	2,46
Повторность	0,011	2	0,005	6,244	3,55
остаточное	0,016	18	0,001		
общая	0,856	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,05

Приложение ЭЭ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 1 укос, Р за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,008	9	0,001	2,723	2,46
Повторность	0,000	2	0,000	0,072	3,55
остаточное	0,006	18	0,000		
общая	0,014	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,03

Приложение ЮЮ

Таблица дисперсионного анализа химического состава при двухукосном скашивании 2 укос, Р за 2023 год

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
Фактор	0,009	9	0,001	3,158	2,46
Повторность	0,000	2	0,000	0,562	3,55
остаточное	0,006	18	0,000		
общая	0,015	29			

НСР (уровень значимости = 0,05): 0,03

Приложение ЯЯ

Таблица дисперсионного анализа массы корней луговых травостоев

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
В	12,8380	9	1,4264	73,265	2,14
А	35,5586	1	35,5586	1826,369	4,1
ВА	0,8282	9	0,0920	4,727	2,14
П	27,1096	2	13,5548	696,205	3,25
остаточное	0,7398	38	0,0195		
общая	77,0743	59			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,2303

для фактора А – 0,1628

для фактора В – 0,20728

для взаимодействия АВ – 0,1628

Приложение АБ

Таблица дисперсионного анализа валовой энергии (ВЭ) на 30-й год жизни в
слое почвы 0-30 см

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
В	4500,3580	9	500,03	2,035	2,140
А	11253,1900	1	11253,1900	45,805	4,100
ВА	276,2769	9	30,6974	0,125	2,140
П	100,9018	3	50,4509	0,205	3,250
остаточное	9335,5950	38	245,6735		
общая	25466,3200	59			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 25,8655

для фактора А – 18,2897

для фактора В – 8,1794

для взаимодействия АВ – 18,2897

Приложение АВ

Таблица дисперсионного анализа мощность дернины старосеяных травостоев
на 30-й год жизни

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
В	19,2135	9	2,1348	278,777	2,140
А	11,3535	1	11,3535	1482,591	4,100
ВА	1,9815	9	0,2202	28,750	2,140
П	97,9689	3	48,9845	6396,621	3,250
остаточное	0,2910	38	0,0077		
общая	130,8084	59			

НСР. (уровень значимости = 0,05):

для частных различий – 0,1444

для фактора А – 0,1021

для фактора В – 0,0457

для взаимодействия АВ – 0,1021

Таблица дисперсионного анализа твердости дернового слоя почвы на
глубину 76 мм на 30-й год жизни травостоев

Источник вариации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Значение дисперсии	
				Фактическое F_f (дисперсия S^2)	F_{05}
В	12,6527	9	1,4059	122,435	2,140
А	6,2727	1	6,2727	546,283	4,100
ВА	4,0073	9	0,4453	38,777	2,140
П	30,6306	3	15,3152	1333,786	3,250
остаточное	0,4363	38	0,0115		
общая	53,9993	59			

НСР. (уровень значимости = 0,05): для частных различий – 0,1768, для фактора А – 0,1250, для фактора В – 0,0559, для взаимодействия АВ – 0,1250