

На правах рукописи

**ЖДАНОВА Ирина Леонидовна**

**АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
ФЕСТУЛОЛИУМА В ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВАХ  
С МНОГОЛЕТНИМИ БОБОВЫМИ ТРАВАМИ В ЛЕСОСТЕПИ  
ПРИОБЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Новосибирск 2025

Работа выполнена в лаборатории технологий возделывания кормовых культур СибНИИ кормов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН)

Научный руководитель: **Кашеваров Николай Иванович**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, руководитель научного направления СибНИИ кормов СФНЦА РАН

Официальные оппоненты: **Касаткина Надежда Ивановна**  
доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Удмуртского НИИСХ – филиала ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

**Осипова Валентина Валентиновна**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой агрономии Октёмского филиала ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

Ведущая организация: **ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»**

Защита диссертации состоится 16 декабря 2025 года в 10-00 на заседании диссертационного совета 35.2.025.02 при ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» по адресу: 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, зал заседаний ученого совета.

Тел/факс (383) 267–05–10, e-mail: [d\\_sovet@edubiotech.ru](mailto:d_sovet@edubiotech.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» и на сайте <http://www.edubiotech.ru>

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Гаврилец Татьяна Владимировна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** Обеспечение продовольственной безопасности населения страны является важнейшей задачей (Стратегия развития... 2019). Для ее выполнения необходимо обеспечить интенсивное развитие животноводства, которое в значительной степени базируется на достижениях растениеводства и кормопроизводства. Производство кормов в условиях России и, особенно в Сибири всегда являлось сложной и актуальной проблемой, несмотря на то, что практически 75% площадей сельскохозяйственных угодий используется для производства кормов. При этом доля кормов в себестоимости животноводческой продукции составляет около 70% (Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., 2009). А в условиях Сибири несбалансированность рационов по энергетической и протеиновой питательности ведет к перерасходу кормов на 20-50% (Кашеваров Н.И., Сапрыкин В.С., 2008).

Одним из эффективных направлений решения задачи обеспечения животноводства кормами в Западной Сибири является использование многолетних трав. Эти культуры адаптированы к условиям региона, формируют качественную растительную массу с высоким содержанием минеральных веществ, аминокислот и обменной энергии. Многолетние травы так же выполняют важную средообразующую функцию.

Наряду с совершенствованием агротехники традиционно возделываемых многолетних кормовых культур, большое значение для устойчивого развития отрасли имеет внедрение в производство новых видов и сортов. Важность видового разнообразия растений, по мнению L. Thompson (1975) и А.А. Жученко (1990; 2010) заключается в том, что чем больше видовое разнообразие кормовых культур в агроценозе, тем устойчивее система растениеводства и кормопроизводства, так как колебания урожайности возделываемых культур на 60-80% зависят от погодных условий.

Эти особенности приобретают особое значение в жестких климатических условиях Западной Сибири. В связи с этим, научные исследования по вопросу оптимизации элементов технологии возделывания многолетней злаковой культуры фестулолиума (гибрид овсяницы и райграса), которая может дополнить линейку новых для условий Западной Сибири культур вследствие повышенной зимостойкости и лучшего качества корма актуальны, и имеют важное научное и производственно-хозяйственное значение.

**Степень разработанности темы.** Глубокие и многолетние исследования по вопросам технологии возделывания и использования фестулолиума в Европейской части России провели: Н.И. Переправо и др. (2001; 2010; 2011; 2012; 2013), Е.Г. Седова (2007), Р.Р. Каримов (2009), В.Н. Образцов и др. (2011; 2012; 2013; 2016; 2017; 2021), В.М. Косолапов и др. (2012), И.В. Фокин (2012), В.В. Кондратов (2013), Н.А. Посмитная (2016), В.Н. Образцов (2018), Е.А. Калиничев (2022) и другие. О перспективности использования фестулолиума в кормопроизводстве Сибири сообщали Н.И. Кашеваров и Т.А. Садохина (2018). Для условий Западной Сибири и лесостепи Приобья вопросы ее агротехники не изучены, что послужило основанием для проведения исследований по этой теме.

**Цель исследований** – разработать эффективные агротехнологические приемы возделывания фестулолиума в одновидовых и бинарных посевах с многолетними бобовыми травами с высокой кормовой продуктивностью агроценозов в лесостепной зоне Приобья.

### **Задачи исследований:**

- 1) обосновать перспективность возделывания фестулолиума в качестве новой многолетней злаковой культуры в лесостепи Приобья;
- 2) изучить влияние способов посева фестулолиума с многолетними бобовыми травами на кормовую продуктивность агроценозов;

3) выявить эффективность различных доз азотных удобрений при возделывании фестулолиума в одновидовых и бинарных посевах с многолетними бобовыми травами на кормовые цели;

4) определить экономическую и энергетическую эффективность изучаемых технологических приемов.

**Научная новизна.** Впервые в условиях лесостепи Приобья изучены агротехнологические приемы возделывания новой многолетней злаковой кормовой культуры фестулолиума в одновидовых и бинарных посевах с многолетними бобовыми травами (люцерна изменчивая, клевер луговой, эспарцет песчаный): способы размещения культур, дозы азотных удобрений и их влияние на урожайность, и качество зеленой массы и готового корма.

**Теоретическая и практическая ценность работы.** Теоретическая значимость заключается в получении новых знаний о реакции новой кормовой культуры фестулолиума на условия возделывания в одновидовом и поливидовых агроценозах с многолетними бобовыми культурами. Практическая значимость работы состоит в том, что полученные научные результаты позволяют ввести в сельскохозяйственный процесс в лесостепи Западной Сибири новую кормовую культуру фестулолиум. Возделывание фестулолиума в одновидовом посеве и с многолетними бобовыми травами обеспечивает расширение видового разнообразия кормовых культур, повышает урожайность и качество кормового сырья. Исследования показали на возможность возделывания фестулолиума в лесостепи Приобья за счет местного семеноводства.

Результаты исследований внедрены в специализированном хозяйстве ООО Агрофирма «Семена Приобья» (лесостепная зона Новосибирской области) и в условиях подтаежной зоны (опытное поле НИИСХ и торфа - филиал СФНЦА РАН, Томская область). Полученные результаты используются в практической деятельности в целях популяризации культуры на научных форумах и научно-практических мероприятиях.

**Методология и методы исследования.** Методология исследований основана на анализе и обобщении научной литературы по изучаемой проблеме отечественных и зарубежных авторов, формулировании цели экспериментов, постановке задачи и составлении программы исследований. Методы исследований: полевые эксперименты, наблюдения, лабораторные анализы, экономическая и биоэнергетическая оценка результатов опытов. Основные цифровые результаты экспериментов обработаны методами дисперсионного, вариационного и корреляционного анализов.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Культура фестулолиума адаптирована к условиям лесостепи Приобья и обеспечивает высокую урожайность кормовой массы при внесении азотных удобрений в дозе  $N_{60}$  ежегодно весной в начале отрастания трав.

2. Наиболее эффективным способом возделывания фестулолиума с многолетними бобовыми травами является совместный посев: один ряд фестулолиума и три ряда люцерны изменчивой с внесением азотных удобрений в дозе  $N_{30}$  в первый год пользования, а также смешанный посев фестулолиума с эспарцетом песчаным при внесении азотных удобрений в дозе  $N_{60}$  ежегодно весной в начале отрастания трав.

3. Возделывание фестулолиума с многолетними бобовыми культурами энергетически и экономически эффективно и позволяет получать корм высокого качества.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Тема и содержание (характер экспериментального материала, методы его получения, анализа и интерпретации результатов) диссертации соответствуют научной специальности 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство по сельскохозяйственным наукам, в частности пунктам: 11.

«Агротехническое обоснование различных способов посева ...», 25. «Разработка эффективных технологий возделывания...», 26. «Реакция высокоурожайных видов ...», 30. «Инновационные технологии возделывания полевых культур».

**Степень достоверности и апробация результатов** подтверждаются наличием достаточного количества научного материала, полученного диссертантом в процессе двух полевых закладок опытов во времени и четырех лет наблюдений и учетов по каждой закладке, лабораторных экспериментов с использованием общепринятых методик, обработанных математическим и статистическим методами. Основные положения работы по теме диссертации докладывались на заседаниях секции ученого совета СибНИИ кормов СФНЦА РАН в 2019 - 2023 и 2025 гг. Результаты исследований доложены на XXV международном научно-практическом форуме «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, стран СНГ и BRIGS», (Краснообск, 2022 г.). На VIII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием «Теория и практика современной аграрной науки», в Новосибирском государственном аграрном университете (Новосибирск, 2025 г.), на региональной научно-практической конференции с международным участием "Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири", посвященной 55-летию СибНИИ кормов СФНЦА РАН (Краснообск, 2025), на VII Всероссийской конференции молодых ученых АПК «Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика», (Ростов, 2025), на международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Развитие сельскохозяйственной науки в условиях XXI века», (Орел, 2025), на научно-практической конференции «Актуальные направления и достижения сельскохозяйственной науки в решении задач агропромышленного комплекса», (Барнаул, 2025).

**Публикации.** По материалам проведенных экспериментов опубликованы 8 научных печатных работ, из которых в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ 5.

**Личный вклад автора в защищаемую диссертацию.** Планирование научных экспериментов, формулирование целей и задач исследований, проведение полевых опытов, наблюдения и учеты, анализ, камеральная обработка результатов и подготовка научных отчетов, написание диссертации. Работа выполнена в 2018-2023 гг. в соответствии с тематикой НИР СибНИИ кормов СФНЦА РАН по государственному заданию № 0778-2019-0030 и № 0533-2021-0008.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 201 странице компьютерного текста, содержит 29 таблиц, 10 рисунков, 36 приложений. Состоит из введения, 5 глав, заключения, практических рекомендаций производству, списка литературы, приложений. Список литературы содержит 167 источников, в т.ч. 19 на иностранном языке.

**Автор диссертации выражает благодарность** и искреннюю признательность научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ, академику РАН Кашеварову Николаю Ивановичу, а также кандидатам сельскохозяйственных наук Данилову Виктору Павловичу, Бакшаеву Дмитрию Юрьевичу и коллективу научных сотрудников СибНИИ кормов СФНЦА РАН за методическую помощь и научные консультации при проведении исследований и написании диссертации.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ФЕСТУЛОЛИУМА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Дается обзор отечественной и зарубежной литературы по истории создания фестулолиума, научным достижениям и проблемным вопросам в области технологии возделывания культуры в одновидовых и сложных агроценозах. Формулируется совокупность задач требующих научного решения при введении культуры в растениеводство и кормопроизводство в лесостепи Западной Сибири.

### ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

**2.1. Почвенно-климатические условия лесостепи Приобья.** Исследования проводили в 2018–2023 гг. на опытном стационаре СибНИИ кормов СФНЦА РАН, расположенном в лесостепной зоне Западной Сибири (лесостепь Приобья) с геолокацией 54°55'12" северной широты и 82°59'28" восточной долготы. Климат зоны резкоконтинентальный, с холодной продолжительной зимой и коротким, но жарким летом. В среднем за год выпадает 420 миллиметров атмосферных осадков, из них 20 % приходится на май-июнь, в период с апреля по октябрь их количество составляет 330 мм, в период с ноября по март – 95 мм. Характерной особенностью региона является раннелетняя засуха. Абсолютный максимум плюс 39 °С, минимум минус 46 °С (Орлова В.В., 1962). Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 110–120 дней, периода с температурой воздуха выше + 5 °С – 158 дней. Сумма температур воздуха выше +10 °С равна 1780 °С с колебаниями по годам – от 1560 до 2100 °С. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный. Содержание гумуса – 4,30–6,58% в слое 0–40 см. Относительно хорошо обеспечена в слое 0-20 см подвижными формами фосфора – 22,0–27,0 мг/100 г почвы и калия – 21,4–32,4 мг/100 г почвы по Чирикову (ГОСТ 26204-91).

**2.2. Погодные условия в годы исследований.** Сумма среднесуточных температур воздуха (май–август) изменялась от 1754 (2018 г.) до 1937 °С (2023 г.) при норме 1780 °С, сумма осадков – от 131 (2022 г.) до 223 мм (2020 г.) при норме 196 мм. Условия влагообеспеченности были оптимальными для растений в 2020 г. (ГТК = 1,22), недостаточными в 2018 г., 2019 г., 2021 г., 2023 г. (ГТК = 0,93–1,0), засушливыми в 2022 г. (ГТК = 0,72) при норме 1,11-1,40.

**2.3. Объекты, схемы опытов и агротехника в экспериментах.** Объектом исследований были растения районированных сортов многолетних злаковых и бобовых трав.

Исследования проводили в двух полевых опытах.

**Опыт 1.** Изучение сравнительной продуктивности и питательной ценности одновидовых и бинарных посевов фестулолиума:

1. Фестулолиум (одновидовой посев – контроль).
2. Люцерна изменчивая (одновидовой посев).
3. Клевер луговой (одновидовой посев).
4. Эспарцет песчаный (одновидовой посев).
5. Фестулолиум 1 ряд + люцерна изменчивая 3 ряда (совместный посев).
6. Фестулолиум + люцерна изменчивая (смешанный посев).
7. Фестулолиум 1 ряд + клевер луговой 3 ряда (совместный посев).

8. Фестулолиум + клевер луговой (смешанный посев).
9. Фестулолиум 1 ряд + эспарцет песчаный 3 ряда (совместный посев).
10. Фестулолиум + эспарцет песчаный (смешанный посев).

Термины: одновидовой посев; совместный посев; смешанный посев согласно ГОСТ 16265- 89

Опыт 2-х факторный: 10 вариантов и фоны азотных удобрений:  $N_0$ ;  $N_{30}$ ;  $N_{60}$ .

Проведены 2 закладки во времени – в 2019 и 2020 годах по три года пользования травостоем на каждой закладке.

**Опыт 2.** Изучение семенной продуктивности фестулолиума (посев 2018 года):

1. Фестулолиум – без минеральных удобрений - контроль.
2. Фестулолиум +  $N_{30}$  ежегодно в период весеннего отрастания растений.
3. Фестулолиум +  $N_{60}$  ежегодно в период весеннего отрастания растений.

Предшественник – черный пар. Посев в опытах без покровных культур элитными семенами во второй декаде июля сеялкой СН – 16 на глубину 2–3 см. Ширина междурядий – 15 см. Высевали семена растений районированных сортов многолетних злаковых (фестулолиум Изумрудный) с нормой высева семян млн. шт/га при одновидовом посеве - 8,0, при совместном – 2,0 и при смешанном посеве – 4,0 и бобовых многолетних трав (люцерна изменчивая Вега 87, клевер луговой СибНИИК 10, эспарцет песчаный СибНИИК 30) при одновидовом размещении – 6,0, совместном – 4,5 и смешанном – 3,0 млн. шт/га соответственно.

Размещение вариантов систематическое в четырехкратной повторности, площадь делянок 36 м<sup>2</sup>. Весной в начале вегетации трав отдельными фонами согласно зональным методическим рекомендациям ежегодно вносили азотные удобрения в дозе  $N_{30}$  и  $N_{60}$  (аммиачная селитра) вручную разбросным способом с последующим боронованием.

Агрометеорологические условия вегетационного периода оценивали по данным метеостанции «Огурцово» с использованием гидротермического коэффициента (ГТК) Селянинова (Селянинов Г.Т., 1937; Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В., 2006). Фенологические наблюдения проводили по методике ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса (1986). Учет густоты всходов, высоту растений, определяли по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Урожайность зеленой массы, отбор растительных проб для определения содержания сухого вещества в травах и среднюю массу побега проводили по методике полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса (1971). Учет урожайности семян фестулолиума проведен комбайном Сампо-130. Оценку биологической эффективности (опыт 1) смешанных посевов проводили с помощью критерия «отношение земельных эквивалентов» (LER) (Willey R.W., Rao M.A., 1980; Ламан Н.А., 1996). Качественные показатели зеленой массы, силоса, концентрацию сахара в корнях (опыт 1) определяли в лаборатории СибНИИ кормов и лаборатории биохимии СФНЦА РАН по соответствующим ГОСТам. При оценке эффективности вариантов в качестве интегрального показателя учитывали кормопротеиновые единицы, которые определялись по методике А. И. Тютюнникова, М.Д. Фадеева (1984) и В.М. Пронина, (2008). Статистическую обработку результатов исследований проводили методами вариационного, дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов (Доспехов Б.А., 2014) с использованием пакета прикладных программ «Snedecor» (Сорокин О.Д., 2012), «Microsoft Office Excel 2007».

### ГЛАВА 3. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ФЕСТУЛОЛИУМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ И УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

**3.1. Продолжительность межфазных и вегетационного периодов фестулолиума в зависимости от приемов и условий возделывания.** В годы посева (закладки 2019 и 2020 гг.) продолжительность периода посев-всходы у фестулолиума составила 8–10 дней, у многолетних бобовых трав в этих же пределах (при посеве в II декаде июля), средняя температура воздуха периода 18,2 °С, сумма осадков 53,0 мм с ГТК – 3,2. Во второй год жизни (первый год пользования – 2020 и 2021 г.) по двум закладкам за вегетационный период продолжительность которого составила 85–90 дней, сумма температур составила за период отрастание-спелость семян 1864 °С, сумма осадков 180,9 мм, ГТК 0,97 (недостаточная влагообеспеченность).

В третий год жизни (второй год пользования – 2021 и 2022 г.), аналогично по двум закладкам продолжительность вегетационного периода составила 93–100 дней, сумма температур периода отрастание-спелость семян 1850 °С, сумма осадков 143,5 мм, ГТК 0,77. Такой коэффициент свидетельствует о недостаточной влагообеспеченности.

В четвертый год жизни (третий год пользования – 2022 и 2023 г.), аналогично по двум закладкам продолжительность вегетационного периода составила 97–102 дня, сумма температур периода отрастание-спелость семян 1731 °С, сумма осадков 125,2 мм, ГТК 0,72 (слабая засуха).

Со старением травостоя фестулолиума наблюдается тенденция удлинения межфазных периодов в фазе отрастание-кущение от 5 до 10 дней; отрастание-выход в трубку от 5 до 8 дней; фазе отрастание-выметывание от 7 до 9 дней; отрастание-цветение от 12 до 15 дней; отрастание-созревание от 8 до 10 дней. Одним из немаловажных фактов является то, что на основании нашей оценки состояния посевов фестулолиума не выявлено различий в продолжительности фаз развития фестулолиума в зависимости от применяемых доз азотных удобрений весной после начала вегетации растений.

Таким образом, за пять лет исследований и четыре года пользования по оценке вегетационного периода в различных погодных условиях установлена возможность возделывания фестулолиума в лесостепи Приобья как на кормовые цели, так и на семена. Для полного созревания семян фестулолиума необходима сумма температур от 1730 до 1850 °С, осадков от 125,2 до 180,9 мм, что соответствует тепло и влагообеспеченности лесостепной зоны региона.

**3.2. Влияние приемов агротехники на полевую всхожесть, зимостойкость и сохранность растений фестулолиума и многолетних бобовых трав.** Полевая всхожесть и густота стояния растений фестулолиума и бобовых культур существенно варьировали в зависимости от условий года и способа посева. Полевая всхожесть фестулолиума в среднем составила 67%. В бинарных посевах с клевером луговым – 84%, с люцерной изменчивой – 86%, с эспарцетом песчаным – 86%. Это подтверждает преимущество бинарных посевов для повышения устойчивости травостоя.

Зимостойкость фестулолиума в среднем по годам независимо от способов посева составила 85–88%. При одновидовом размещении бобовых трав – 67-77%. В смешанных посевах – 66-82%. В совместных агроценозах – 78-84%.

Выживаемость фестулолиума за период наблюдений оказалась наивысшей по опыту независимо от способов посева и достигала 82-85%. У бобовых трав лучшие показатели получены при совместном размещении с фестулолиумом – 65-76%. Таким образом, по показателям зимостойкости и выживаемости, которые являются важнейшими критериями

для многолетних трав, фестулолиум заметно преобладал над бобовыми травами. Это является подтверждением того, что фестулолиум как в одновидовом, так и в бинарных посевах не снижает устойчивость травостоя к зимним условиям.

Анализ в среднем за 2019–2020 гг. по содержанию в корнях растений водорастворимых сахаров осенью, которые являются индикатором устойчивости растений к зимним условиям показал, что максимальная их концентрация была в посевах фестулолиума 7,6–7,9%. У люцерны и клевера этот показатель не превышал 5,1–4,8%, что свидетельствует о том, что фестулолиум является культурой достаточно устойчивой к зимним отрицательным температурам.

**3.3. Рост и развитие растений фестулолиума и многолетних бобовых трав в зависимости от приемов возделывания.** Высота растений фестулолиума в одновидовых посевах в первый год пользования на неудобренном фоне в среднем по двум закладкам во времени составила 90,9 см, с увеличением на 8,2 см (9,0%) и на 17,0 см (18,2%) при внесении  $N_{30}$  и  $N_{60}$  соответственно. Во второй год пользования наблюдалось увеличение высоты растений фестулолиума на 4,8–12,3 см (5,4–13,5%) в сравнении с посевами первого года и в зависимости от фона удобрений. На третий год пользования этот показатель у фестулолиума снижался до 75,3–81,4 см или на 25%, что связано, по нашему мнению, со старением растений в агрофитоценозе.

В среднем за три года пользования травостоем без применения удобрений максимальные показатели по высоте растений отмечены в совместных посевах фестулолиума с люцерной и эспарцетом, которые достигали 108,3–110,8 см соответственно, превышая результаты с одновидовым посевом фестулолиума на 20,6–23,4%, (таблица 1).

Таблица 1 – Высота растений фестулолиума и бобовых многолетних трав в бинарных посевах (среднее за три года пользования по закладкам 2019 и 2020 гг.), см

Вариант	Доза азота					
	$N_0$		$N_{30}$		$N_{60}$	
	злак	бобовые	злак	бобовые	злак	бобовые
Фестулолиум (одновидовой посев - контроль)	89,8	–	97,3	–	99,3	–
Люцерна (одновидовой посев)	–	73,1	–	75,1	–	81,1
Клевер (одновидовой посев)	–	58,9	–	60,2	–	60,2
Эспарцет (одновидовой посев)	–	92,8	–	102,6	–	102,9
Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	108,3	77,1	112,4	74,2	114,2	80,6
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	93,9	66,6	111,6	67,3	117,1	73,7
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	103,1	57,9	107,4	58,9	111,9	58,2
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	100,9	52,4	107,4	55,1	109,0	60,0
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	110,8	95,7	114,4	99,3	115,3	92,2
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	107,7	91,6	112,7	96,0	117,8	92,8
НСР <sub>05</sub> злак (способ посева) 10,0; удобрения 7,0						
НСР <sub>05</sub> бобовые (способ посева) 4,0; удобрения 7,0						

Азотные удобрения на этих вариантах обеспечили линейный прирост фестулолиума в совместных посевах с люцерной на 15,5-15,0% (15,1-14,9 см) и с эспарцетом на 17,6-16,1% (17,1-16,0 см), соответственно при дозах  $N_{30}$  и  $N_{60}$ .

В среднем за три года пользования средняя масса побега фестулолиума составила 1,8 г на неудобренном фоне с увеличением на 10,0 и 33,3% при внесении  $N_{30}$  и  $N_{60}$  соответственно. У бобовых культур этот показатель также увеличивался при повышении доз азотных удобрений. Средняя масса побега фестулолиума в травостоях была на 0,1–0,6 г выше, как на неудобренном фоне, так и при внесении удобрений. У бобовых трав при смешанном посеве она была на 9,3–14,2% ниже, чем при совместном, но из-за большего количества побегов на растениях это не сказалось на урожайности (таблица 2).

Таблица 2 – Средняя масса побегов растений фестулолиума и многолетних бобовых трав в бинарных посевах (среднее за три года пользования по закладкам 2019 и 2020 гг.), г.

Вариант	Доза азота					
	$N_0$		$N_{30}$		$N_{60}$	
	злак	бобовые	злак	бобовые	злак	бобовые
Фестулолиум (одновидовой посев - контроль)	1,8	–	2,0	–	2,4	–
Люцерна (одновидовой посев)	–	8,2	–	9,2	–	7,8
Клевер (одновидовой посев)	–	5,3	–	6,9	–	7,7
Эспарцет (одновидовой посев)	–	9,6	–	11,6	–	11,2
Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	1,9	6,9	2,3	6,7	3,1	7,9
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	2,0	6,4	2,0	6,0	2,5	6,9
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	2,4	5,0	2,3	5,3	2,3	6,2
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	2,3	4,0	2,3	7,0	2,2	4,7
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	2,1	10,5	2,9	9,3	2,4	9,5
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	1,8	8,7	2,6	11,4	2,9	7,8
НСР <sub>05</sub> злак (способ посева) 0,9; удобрения 1,3						
НСР <sub>05</sub> бобовые (способ посева) 0,9; удобрения 1,5						

Результаты учетов свидетельствуют о том, что возделывание фестулолиума с многолетними бобовыми травами способствует усилению процессов роста фестулолиума, а азотные удобрения обеспечивают дополнительный линейный прирост растений. Увеличение средней массы побега у фестулолиума и бобовых трав позволяет утверждать о наличии благоприятных условий для роста и развития культур, что обеспечивает существенный прирост зеленой и сухой биомассы. Применение азотных удобрений дополнительно усиливает эти процессы, что является эффективным технологическим приемом возделывания фестулолиума в одновидовых и бинарных посевах с многолетними бобовыми травами в лесостепи Приобья.

## ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ И УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ ФЕСТУЛОЛИУМА

**4.1. Урожайность зеленой и сухой массы фестулолиума в зависимости от приемов возделывания в одновидовых и бинарных посевах с многолетними бобовыми травами.** Урожайность фестулолиума оценивали в среднем по двум закладкам и трем годам пользования в том числе, с учетом влияния азотных удобрений. В первый год отчуждения биомассы, урожайность одновидового посева фестулолиума повысилась без удобрений с 36,1 до 41,6–48,5 т/га при внесении  $N_{30}$  и  $N_{60}$ , или на 5,5-12,4 т/га (15,2-34,4 %) соответственно. Наивысшая урожайность зеленой массы без применения удобрений была сформирована на совместных посевах фестулолиума с люцерной и клевером - 36,0 и 37,2 т/га. Увеличение урожайности фестулолиума при внесении удобрений произошло за счет линейного прироста растений фестулолиума на 8,2–17,3 см и средней массы одного побега на 0,2–0,6 г.

При этом на всех вариантах посева фестулолиума с бобовыми культурами, независимо от способа наблюдалось достоверное положительное влияние азотных удобрений, с максимальным эффектом на фоне  $N_{60}$ . Кроме совместного посева фестулолиума с люцерной, где максимальная прибавка получена при внесении дозы  $N_{30}$ . Наивысшую абсолютную прибавку урожайности к контролю обеспечили бинарные посевы фестулолиума с эспарцетом – 27,1 т/га (90,3%) в совместном и 23,3 т/га (67,9%) в смешанном агроценозах.

Во второй год пользования (по сравнению с первым), в одновидовом посеве фестулолиума эффект от удобрений в дозах  $N_{30}$  и  $N_{60}$  был достоверный, несмотря на более низкие абсолютные прибавки зеленой массы – 1,2-5,7 т/га (4,4-20,7%). В бинарных посевах на фоне без удобрений урожайность повысилась только на вариантах совместных посевов фестулолиума с люцерной - на 10,7 т/га (29,7%) и с эспарцетом – на 9,5 т/га (31,7%). На остальных вариантах наблюдалось снижение урожайности. В поливидовых посевах изменились закономерности и от влияния удобрений. Так не проявился эффект независимо от дозы азота на варианте совместного посева фестулолиума с люцерной. При смешанном посеве на этом варианте достоверный результат получен только при внесении  $N_{30}$  (+1,5 т/га). Эта доза была максимально эффективной по сравнению с фоном без удобрений и при совместных посевах фестулолиума с клевером (+8,6 т/га, или 32,1%) и эспарцетом (+6,0 т/га, или 15,2%). Эффект дозы  $N_{60}$  был отмечен только на варианте смешанного посева фестулолиума с эспарцетом, на котором дополнительный прирост зеленой биомассы составил 17,3 т/га или 57,3%.

Третий год пользования травами, в целом характеризуется процессом значительного снижения урожая зеленой массы в агроценозах по сравнению с предыдущими годами, как на фоне без удобрений (при одновидовом посеве фестулолиума – в 3,3-2,6 раза), так и при внесении минерального азота. Это произошло вследствие засухи в 2023 году, когда в мае и июне – ГТК не превышал 0,2-0,4. Изменилось и влияние удобрений на формирование биомассы, которые независимо от дозы не оказали положительного влияния в совместных посевах фестулолиума с люцерной по сравнению с фоном без удобрений.

Достоверное положительное влияние дозы  $N_{60}$  по сравнению с  $N_0$  отмечено только в одновидовом посеве фестулолиума (прибавка 2,6 т/га или 24,1%) и его совместных посевах с эспарцетом, где прирост зеленой массы составил 2,5 т/га (11,6%). На остальных вариантах посева достоверное повышение урожайности получено только от дозы  $N_{30}$ .

В среднем по двум закладкам и за годы пользования травостоем общие закономерности по урожайности, в целом, сохранились. В одновидовом посеве фестулолиума ярко выражен эффект положительного влияния азотных удобрений. При этом максимальное повышение урожайности зеленой массы обеспечила доза  $N_{60}$ . Прибавка от удобрений составила 6,9 т/га (27,8%), (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы одновидовых и бинарных посевов многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения на закладках 2019–2020 гг. (среднее за 2020–2023 гг.), т/га

Вариант	Доза азота		
	$N_0$	$N_{30}$	$N_{60}$
Фестулолиум (одновидовой посев - контроль)	24,8	27,6	31,7
Люцерна (одновидовой посев)	39,0	41,3	40,6
Клевер (одновидовой посев)	23,0	25,8	29,0
Эспарцет (одновидовой посев)	34,7	36,5	44,2
Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	38,1	37,4	37,9
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	30,1	33,3	34,7
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	25,9	30,1	32,0
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	26,1	29,4	31,9
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	30,4	35,7	39,1
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	26,7	30,7	41,8
НСР <sub>05</sub> по способам посева (фактор А) - 1,96			
НСР <sub>05</sub> по дозам азота (фактор В) – 1,07			
НСР <sub>05</sub> взаимодействие А×В – 3,40			

На посевах фестулолиума совместно с люцерной, в среднем за годы пользования травостоем эффект азотных удобрений, в дозе  $N_{30}$  проявился только в первый год пользования. Тем не менее, на этом варианте получена близкая к максимальной урожайность зеленой массы – 38,1 т/га. При смешанном посеве фестулолиума с люцерной без удобрений, урожайность по сравнению с вариантом совместного посева этих культур была ниже на 8,0 т/га (21,0%). Но на этом варианте отмечена достоверная прибавка урожайности зеленой массы, как от дозы  $N_{30}$  (3,2 т/га или 10,6%), так и от дозы  $N_{60}$ , где получена достоверная прибавка урожая по сравнению с предыдущей дозой азота.

Посевы фестулолиума с клевером достоверно реагировали на внесение азотных удобрений в дозе  $N_{30}$  и  $N_{60}$ . При этом величина урожая от дозы  $N_{60}$  была практически равнозначной и не зависела от способа посева (32,0-31,9 т/га). Несмотря на эффект от удобрений, абсолютная величина урожайности на этих агроценозах оказалась самой низкой из всех изучаемых вариантов бинарных посевов.

На посевах фестулолиума с эспарцетом ярко выражен эффект положительного влияния азотных удобрений, которые обеспечили значительный прирост зеленой массы агроценоза. При совместном посеве прибавка урожайности составила 8,7 т/га (28,6%) от дозы  $N_{60}$ . Максимальный положительный эффект от дозы азота  $N_{60}$  был получен на варианте смешанного посева фестулолиума с эспарцетом. Урожайность зеленой массы в среднем за годы учетов на этом варианте составила – 41,8 т/га, а прибавка по сравнению с фоном без удобрений достигла – 15,1 т/га (56,6%).

Таким образом, можно заключить, что по величине урожайности зеленой массы изучаемых агроценозов наиболее продуктивными являются посевы фестулолиума как в одновидовых, так и в бинарных посевах в первый год пользования. В одновидовых посевах

фестулолиума как отдельно по годам, так и в среднем за период учетов наивысший эффект в повышении урожая оказал азот в дозе  $N_{60}$ . Совместные посевы фестулолиума с люцерной наиболее эффективны при внесении в первый год пользования травостоем  $N_{30}$ , в дальнейшем, без применения азотных удобрений. Посевы фестулолиума с клевером положительно реагируют на ежегодное внесение  $N_{60}$  независимо от способа посева, но формируют наименьшую по величине урожайность. Максимальный сбор зеленой массы обеспечивают смешанные посевы фестулолиума с эспарцетом на фоне ежегодного внесения азотных удобрений в дозе  $N_{60}$ .

Корреляционный анализ выявил достоверную положительную связь урожайности зеленой массы фестулолиума с количеством осадков периода посев – всходы и выметывание – начало цветения ( $r = 0,90 \dots 0,92$ ), и с ГТК этих же периодов ( $r = 0,89 \dots 0,91$ ). Отмечена сильная обратная связь продолжительности вегетации с осадками периода кущение – выход в трубку и выметывание – начало цветения ( $r = -0,91 \dots -0,97$ ) и ГТК периода выметывание – начало цветения ( $r = -0,97$ ).

В одновидовых посевах фестулолиума наблюдалась существенная ( $p < 0,01$ ) положительная связь урожайности зеленой массы с высотой растений ( $r = 0,81$ ), и с массой побега ( $r = 0,74$ ). Регрессионный анализ показал, что при увеличении высоты растений фестулолиума в среднем по двум закладкам ( $x_1$ ) на 10 см и массы побега ( $x_2$ ) в фазе цветения на 1 г, урожайность зеленой массы культуры ( $y$ ) повышается на 0,48 (рисунок 1) и на 0,10 т/га (рисунок 2). По рассчитанным уравнениям можно оперативно, в период выметывания фестулолиума с определенной точностью (коэффициент детерминации  $R^2 = 0,65$ ) определить урожайность зеленой массы по их высоте.

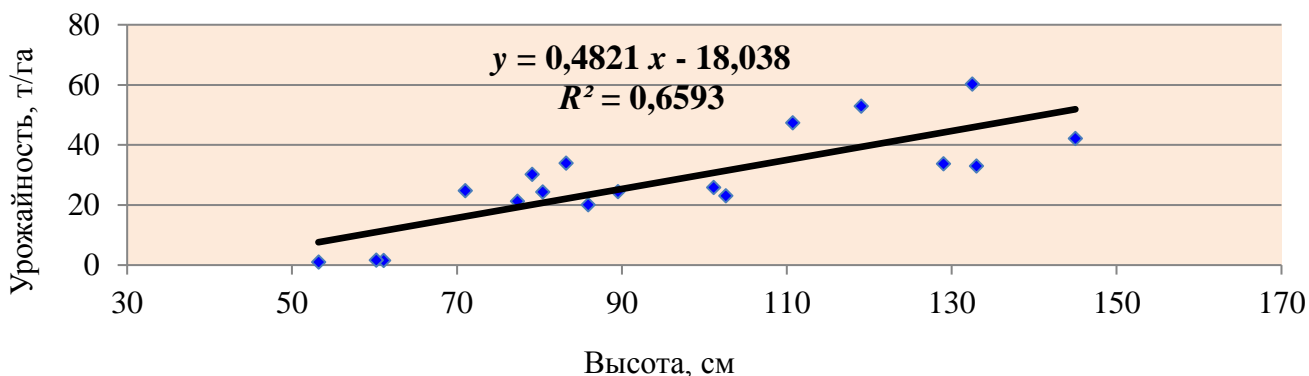


Рисунок 1 – Регрессионная зависимость урожайности зеленой массы ( $y$ ) от высоты растений фестулолиума в одновидовом посеве ( $x$ ) в лесостепи Приобья (2019–2020 гг.)

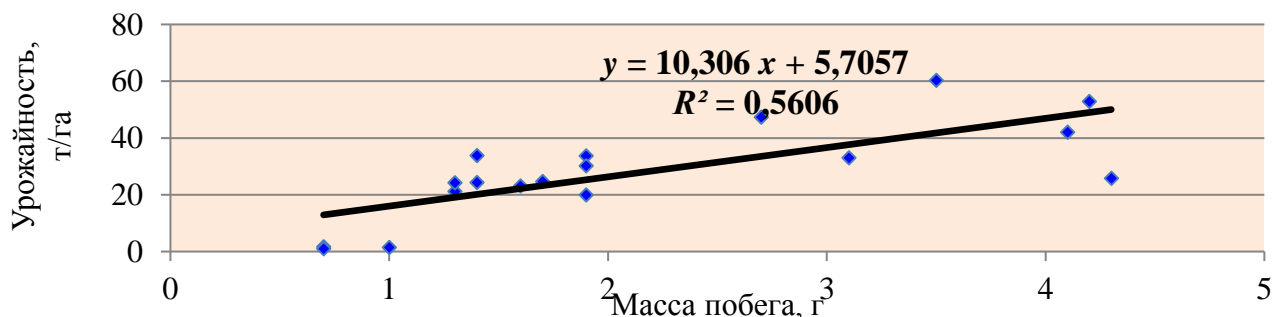


Рисунок 2 – Регрессионная зависимость урожайности зеленой массы ( $y$ ) от массы побега растений фестулолиума в одновидовом посеве ( $x$ ) в лесостепи Приобья (2019–2020 гг.)

В результате корреляционного анализа выявлены закономерности роста растений и урожайности зеленой массы фестулолиума и многолетних бобовых трав в одновидовых

посевах с агрометеорологическими условиями лесостепи Приобья. Отмечено, что у фестулолиума основные хозяйственно ценные признаки в большей степени связаны с условиями увлажнения, а у бобовых культур определяющими параметрами в значительной мере являются теплообеспеченность и ГТК. Возделывание многолетних трав в смешанных травостоях позволяет нивелировать, влияние внешних условий на урожайность.

Содержание сухого вещества в травостое – важный показатель качества зеленого корма и величины урожая. Установлено увеличение сбора сухой массы у фестулолиума при внесении удобрений  $N_{60}$  на 16,7% (1,36 т/га) с максимальным значением 9,47 т/га (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность абсолютно сухой массы одновидовых и бинарных посевов многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения на закладках 2019–2020 гг. (среднее за 2020–2023 гг.), т/га

Вариант	Доза азота		
	$N_0$	$N_{30}$	$N_{60}$
Фестулолиум (одновидовой посев – контроль)	8,11	8,15	9,47
Люцерна (одновидовой посев)	11,00	11,40	10,78
Клевер (одновидовой посев)	5,02	5,68	6,24
Эспарцет (одновидовой посев)	9,39	9,84	11,67
Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	11,13	10,68	10,53
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	8,99	9,26	9,90
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	7,24	7,87	8,34
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	7,56	8,47	8,63
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	8,70	9,84	10,42
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	7,62	8,81	11,55
НСР <sub>05</sub> по способам посева (фактор А) – 0,98			
НСР <sub>05</sub> по дозам азота (фактор В) – 0,54			
НСР <sub>05</sub> взаимодействие А×В – 1,71			

Максимальный выход сухого вещества получен в смешанном посеве фестулолиума и эспарцета – 11,55 т/га при внесении  $N_{60}$ . В сравнении с неудобренным фоном прирост урожая составил 20–52%. Минимальный эффект по урожайности сухого вещества получен в травосмесях фестулолиума с клевером – 7,24–7,56 т/га. Внесение азотных удобрений повышало сбор на 14–15% до 8,34–8,63 т/га.

Значимым критерием эффективности применения азотных удобрений, особенно в условиях реального сельскохозяйственного производства является оплата продукцией единицы внесенного азота. Анализ показал, что в среднем за годы пользования травостоем при возделывании одновидового фестулолиума на 1 кг внесенного азота при дозе  $N_{60}$  получена существенная прибавка абсолютно сухой массы – 22,7 кг. Максимальный эффект по опыту при этой же дозе отмечен на варианте смешанных посевов фестулолиума с эспарцетом – 65,5 кг. Эти данные свидетельствуют о том, что фестулолиум в условиях лесостепи Приобья проявляет высокую положительную реакцию на весеннее внесение азота в дозе  $N_{60}$  как в одновидовых, так и в бинарных посевах.

Оценка использования пашни (LER) является показателем обеспечения эффективности и устойчивости кормопроизводства. В травостоях фестулолиума с люцерной данный показатель в первый год пользования составил 0,81–1,05 единиц и незначительно изменялся от внесения удобрений, и постепенно увеличивался во второй год пользования, достигая максимальных значений 1,15–1,57 на третий год. При внесении  $N_{30}$  LER соответствовал 1,23–1,57 единицам (с высокими долями участия как злакового, так и

бобового компонентов), при внесении  $N_{60}$  – 1,17–1,25 (вклад фестулолиума – 0,83–0,86, люцерны – 0,34–0,38). В травостоях фестулолиума с люцерной LER был выше при совместном посеве на 0,05–0,24 единицы.

Отмечена высокая эффективность пашни при посеве фестулолиума в смеси с эспарцетом на фоне внесения  $N_{60}$ . LER достигал показателей – 1,31–1,32 единицы в первый год пользования, с долей участия бобового компонента 0,56–0,66 единиц. На неудобренном фоне LER таких травосмесей 1,04–1,12, что свидетельствует об их эффективности. Следует отметить, что бинарные смеси с эспарцетом оказались более эффективными на третий год пользования.

**4.2. Качественные показатели зеленой массы и силоса из одновидовых и бинарных посевов фестулолиума с многолетними бобовыми травами.** Анализ показал, что в лесостепи Приобья содержание сырого протеина в зеленой массе из одновидового посева фестулолиума на неудобренном фоне составило 8,5%, при внесении  $N_{60}$  оно повышалось до 12,3% соответственно (таблица 5). Максимальное содержание сырого протеина в наших исследованиях (до 18,7%) получено в одновидовых посевах бобовых трав при внесении  $N_{60}$ . В вариантах без внесения азота содержание сырого протеина находилось на уровне 10,7–13,7%, с максимальными показателями в совместных посевах с люцерной. При внесении  $N_{60}$  его концентрация увеличивалась до 13,0–14,9%. Повышенная питательность таких агроценозов связана с большей долей бобового компонента в составе кормовой массы ( $r = 0,44 \dots 0,51$ ).

Таблица 5 – Питательная и биоэнергетическая ценность зеленой массы из многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы минерального азота, (среднее за годы пользования на посевах 2019, 2020 гг.)

Вариант	Протеин		Выход кормо вых единиц, т/га	Обменная энергия		КЭЭ
	сырой, %	перевари- мый, г/к. ед.		ГДж/ га	МДж/кг а.с.в.	
1	2	3	4	5	6	7
Без удобрений						
Фестулолиум (одновидовой посев – контроль)	8,5	53,40	5,2	67,8	8,20	8,6
Люцерна (одновидовой посев)	15,4	113,89	7,2	87,1	7,95	12,1
Клевер(одновидовой посев)	15,5	91,91	4,1	45,2	8,94	5,4
Эспарцет (одновидовой посев)	14,1	100,23	6,5	80,1	8,01	9,0
Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	13,7	87,27	7,5	88,1	7,83	11,7
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	13,4	84,61	6,2	71,2	7,87	9,8
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	10,7	83,76	4,8	58,2	8,02	7,4
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	10,8	67,86	5,1	59,3	8,02	7,6
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	11,9	76,23	5,6	69,3	8,02	9,0
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	11,8	74,87	4,9	60,1	7,94	7,7

1	2	3	4	5	6	7
Внесение N60						
Фестулолиум (одновидовой посев – контроль)	12,3	81,64	6,1	79,2	8,36	4,2
Люцерна (одновидовой посев)	16,3	124,03	7,0	85,4	7,92	5,1
Клевер (одновидовой посев)	18,7	134,64	5,1	56,2	9,01	2,9
Эспарцет (одновидовой посев)	15,0	103,37	8,1	99,5	8,53	5,2
Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	14,6	93,34	7,1	83,4	7,92	4,9
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	14,5	91,23	6,8	78,4	7,92	4,5
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	14,9	93,84	5,5	67,1	8,04	3,7
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	13,0	83,23	5,8	67,7	7,84	3,7
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	13,7	87,41	6,7	82,9	7,96	4,7
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	14,4	93,12	7,4	91,1	7,89	4,9

Содержание клетчатки в зеленой массе изменялось от 15,8 до 34,0%, что соответствует справочным данным для сена злаковых и бобовых культур, убранного до завершения фазы «цветение» содержание кормовых единиц в фестулолиуме составило 0,61–0,64 и увеличивалось на 5% при внесении азотных удобрений. Уровень обменной энергии в абсолютно сухом веществе составил – 8,20–8,36 МДж/кг, с содержанием переваримого протеина 53,40–81,64 г на кормовую единицу. Необходимо отметить увеличение содержания переваримого протеина на кормовую единицу при внесении  $N_{60}$  на 34% (28,24 грамма). Питательность многолетних бобовых трав как на неудобренном фоне, так и при внесении удобрений, была выше, чем фестулолиума в одновидовом посеве на 9% кормовых единиц, содержания переваримого протеина на кормовую единицу на 56%. Отмечено повышение содержания кормовых единиц в зеленой массе многолетних трав и травосмесей с их участием в зависимости от доз внесения азота на 5–22% в одновидовом посеве, и на 8–10% – в травосмесях. Максимальная энергетическая питательность корма (7,82–9,01 МДж/кг) отмечена в вариантах с внесением азота. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была минимальной у фестулолиума 53,4–81,64 г и повышалась в травосмесях до 67,86–94,0 г. (на 15,4–21,4%). Наибольшее содержание переваримого протеина было на посевах многолетних бобовых трав – 91,91–134,64 г.

По совокупным показателям питательной и биоэнергетической ценности зеленой массы при внесении азотных удобрений выделились совместные посевы фестулолиума с люцерной и смешанные посевы фестулолиума с эспарцетом.

Впервые в лесостепной зоне Западной Сибири в лабораторных опытах был приготовлен и проанализирован силос из изучаемых культур, который соответствовал требованиям I и II класса согласно ГОСТ Р 55986-2022.

**4.3. Урожайность и посевные качества семян фестулолиума в зависимости от приемов агротехники.** Урожайность семян на неудобренном фоне составила 5,18 ц/га (таблица 6). Максимальная семенная продуктивность фестулолиума – 6,71 ц/га получена

при внесении азотных удобрений  $N_{30}$  ежегодно весной, что на 1,53 ц/га (29 %) выше контроля.

Таблица 6 – Урожайность и посевные качества семян фестулолиума в зависимости от дозы минерального азота в 2022 г., ц/га

Доза азота	Урожайность семян, ц/га	Всхожесть семян, %	Масса 1000 семян, г
$N_0$ - контроль	5,18	75	2,18
$N_{30}$	6,71	77	2,18
$N_{60}$	6,25	75	2,18
НСР <sub>0,5</sub>	0,19		

Увеличение дозы удобрений до 60 кг/га д.в. не способствовало повышению урожайности семян фестулолиума по сравнению с  $N_{30}$ , несмотря на прибавку, относительно контроля на 1,07 ц/га (20,6%). По результатам лабораторных испытаний наивысшая всхожесть семян 77% так же получена на варианте с внесением  $N_{30}$ , что соответствует ГОСТ Р 52325-2005 по требованиям которого этот показатель не должен быть ниже 70%. Масса 1000 семян на всех вариантах опыта была неизменной.

## ГЛАВА 5. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ФЕСТУЛОЛИУМА

При выращивании на зеленую массу фестулолиума в одновидовых и бинарных посевах с многолетними бобовыми травами за период исследований без внесения удобрений затраты энергии составили от 25,1 (с клевером) до 26,9 ГДж/га (с эспарцетом). На этом фоне выход обменной энергии за цикл использования трав составил от 137,8 до 308,1 ГДж/га с максимальным значением в одновидовом посеве люцерны (308,1 ГДж/га) и эспарцета (258,2 ГДж/га). В травосмесях отмечено снижение выхода энергии на 3–19% у фестулолиума с люцерной, и на 6–20% с эспарцетом. В аналогичном агроценозе с клевером выход энергии увеличился в 1,4 раза. Увеличение обменной энергии на вариантах получено в основном за счет прироста сухой массы. Коэффициент энергетической эффективности возделывания многолетних трав был наиболее высоким на одновидовых посевах без внесения минерального азота – от 5,4 (у клевера) до 12,1 (у люцерны), в смесях этот показатель составлял 7,4–11,7.

Основным фактором, повышающим затраты энергии, были азотные удобрения. Дозы 30 и 60 кг/га д.в. увеличивали затраты совокупной энергии в 2–2,3 раза. Вместе с тем, Внесение минерального азота повышало выход обменной энергии в одновидовых посевах и смесях на 4–14% за счет увеличения сбора сухой массы многолетних трав. Внесение удобрений привело к снижению КЭЭ в одновидовых и бинарных посевах в 1,9–2,0 раза за счёт дополнительных затрат энергии при использовании азота.

Минимальные затраты при возделывании многолетних трав в сумме за 2019-2023 гг. были в одновидовых посевах без внесения азотных удобрений – от 34833 до 36633 руб./га и зависели от нормы высева семян и разницы в их стоимости. Затраты на внесение азотного удобрения составили при  $N_{30}$  – 2252 руб./га,  $N_{60}$  – 4292 руб./га в год, увеличив данный показатель в сумме за годы пользования травами в 1,25 раза в сравнении с неудобренным фоном. Таким образом, наши исследования в лесостепной зоне Приобья показали высокую экономическую эффективность возделывания фестулолиума в одновидовых и бинарных агроценозах с многолетними бобовыми травами. В совместных посевах фестулолиума без удобрений лучшим компонентом является люцерна изменчивая при которых условно

чистый доход составил 164 тыс. руб./га, рентабельность 465%, себестоимость тонны кормовых единиц 1660 руб. В смешанных агроценозах экономически целесообразно возделывание фестулолиума с эспарцетом песчаным с внесением ежегодно весной  $N_{60}$  обеспечившее получение условно чистого дохода 163 тыс.руб./га, уровень рентабельности в среднем 364% и себестоимость тонны кормовых единиц 2020 руб. Возделывание фестулолиума в смеси с клевером луговым возможно, но экономически менее эффективно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований, проведенных в 2018–2023 гг. на черноземе выщелоченном среднесуглинистом среднегумусном в лесостепи Приобья по изучению агротехнологических приемов возделывания новой многолетней злаковой культуры фестулолиума в одновидовых и бинарных посевах с многолетними бобовыми травами сформулированы выводы, свидетельствующие о перспективности использования фестулолиума в качестве кормовой культуры.

1. Агрометеорологические условия лесостепи Приобья являются благоприятными для возделывания фестулолиума – укосная спелость культуры наступала на 52–63 день от начала вегетации в зависимости от года пользования и погодных условий при сумме среднесуточных температур воздуха за этот период 614–758 °С, и сумме осадков 15,0–58,2 мм. Полное созревание семян фестулолиума отмечалось на 85–102 день от весеннего отрастания при сумме температур от 1730 до 1850 °С, и осадков от 125,2 до 180,9 мм, что соответствует среднегодовым показателям по тепло и влагообеспеченности этого периода в лесостепной зоне региона.

2. Максимальная зимостойкость растений отмечена у фестулолиума и составила 85–88%, при всех вариантах посева, что свидетельствует о хорошей адаптивности культуры к условиям лесостепи Приобья по этому показателю. У многолетних бобовых трав она не превышала 67–77%. При этом зимостойкость бобовых трав в совместных посевах с фестулолиумом была на 2–12% выше, чем в смешанных посевах.

3. При возделывании фестулолиума в одновидовом посеве, в среднем за три года пользования, урожайность зеленой массы составила 24,8 т/га, с увеличением при внесении азотных удобрений в дозе  $N_{60}$  – на 27,8% (6,9 т/га). Сбор сухой массы варьировал от 8,11 т/га без удобрений, до 9,47 т/га на фоне  $N_{60}$ . В 1 кг сухого вещества в фазе начала цветения содержалось 0,61–0,64 к. ед., 8,5–12,3% сырого протеина, 8,20–8,36 МДж обменной энергии. Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином составила 53,40 г без удобрений и 81,64 г при внесении  $N_{60}$  ежегодно весной. Уровень рентабельности возделывания посевов - 339-265%, КЭЭ – 8,6-4,2. Зеленая масса соответствует требованиям для получения качественного силоса.

4. Ключевым фактором в лесостепи Приобья в формировании продуктивности фестулолиума в одновидовом посеве являются осадки вегетационного периода ( $r = 0,92$ ), у многолетних бобовых культур определяющими параметрами являются теплообеспеченность и ГТК ( $r = 0,58–0,92$ ). Возделывание многолетних трав в комбинированных травостоях позволяет в значительной степени нивелировать влияние внешних разновекторных условий и повысить устойчивость урожая агроценозов.

5. Наиболее эффективным приемом возделывания фестулолиума является летний совместный посев с люцерной изменчивой. При размещении культур (1:3) растения в среднем за годы пользования формируют максимальную урожайность зеленой (38,1т/га) и сухой массы (11,13 т/га). При этом азотные удобрения кроме первого года пользования в дозе  $N_{30}$  не оказали значимого эффекта на повышение урожайности агроценоза. В 1 кг сухого

вещества содержалось 0,64–0,67 к. ед. Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином составила 87,3 г без удобрений и 94,0 г при внесении  $N_{30}$ . Концентрация сырого протеина достигала – 13,7–14,6%, обменной энергии – 7,8–7,9 МДж/кг. КЭЭ был максимальным на варианте без удобрений -11,7. Уровень рентабельности составил 465%. Зеленая масса соответствует требованиям для получения качественного силоса.

6. Урожайность зеленой массы травосмесей фестулолиума с клевером луговым на неудобренном фоне составила 25,9–26,1 т/га, практически не зависела от способа посева и была наименьшей по сравнению с изучаемыми вариантами. Внесение минерального азота в дозе  $N_{30}$  и  $N_{60}$  повышало урожайность травосмеси на 14,0 и 23,0% соответственно. Сбор сухого вещества (7,24–7,56 т/га) превышал урожайность клевера в одновидовом посеве, но также был наименьшим из всех вариантов. В 1 кг сухого вещества корма содержалось 0,67 к. ед., 14,9 % сырого протеина, 8,04 МДж/кг обменной энергии. Уровень рентабельности травосмеси составил 339%, КЭЭ – 3,7. Зеленая масса соответствует требованиям для получения качественного силоса.

7. В травосмеси фестулолиума с эспарцетом песчаным наиболее эффективным был вариант смешанного посева культур с ежегодным внесением азотных удобрений в дозе  $N_{60}$  весной после начала отрастания трав. При этом формировалась наивысшая урожайность зеленой и сухой массы – 41,8 и 11,55 т/га соответственно. В 1 кг сухого вещества содержалось 14,4% сырого протеина, 0,64 к.ед. с обеспеченностью переваримым протеином – 93,1 г. на к.ед. Содержание обменной энергии составило – 7,89 МДж/кг, КЭЭ – 4,9, уровень рентабельности - 364%. Зеленая масса соответствует требованиям для получения качественного силоса.

8. Фестулолиум в условиях лесостепи Приобья формирует урожайность семян без применения удобрений в пределах 5,18 ц/га. Ежегодное внесение  $N_{30}$  весной в начале отрастания трав повышает урожайность семян на 29,5% (1,53 ц/га). При этом всхожесть семян составляет 75-77%, что свидетельствует о возможности семеноводства культуры в лесостепной зоне.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

В лесостепи Приобья для получения высоких и устойчивых урожаев агроценозов многолетних трав и высококачественного готового корма (силоса) рекомендуется применять в летний срок беспокровно совместные посевы по схеме: фестулолиум 1 ряд и 3 ряда люцерны изменчивой с нормой высева 2,0 и 4,5 млн./га всхожих семян соответственно рядовым способом с междурядьями 15 см с внесением азотных удобрений в дозе  $N_{30}$  весной в первый год пользования в период отрастания трав. Смесью семян (смешанные посевы) фестулолиума с эспарцетом песчаным при норме высева 4,0 и 3,0 млн./га всхожих семян фестулолиума и эспарцета песчаного соответственно, с ежегодным внесением минерального азота весной в начале отрастания трав в дозе  $N_{60}$ .

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

1. Провести сравнительное изучение ряда сортов фестулолиума различных типов развития на кормовую и семенную продуктивность.
2. Изучить сравнительную эффективность весенних покровных и летних беспокровных посевов фестулолиума на урожайность, качество зеленой массы и семян.
3. Определить лучшие нормы высева фестулолиума на кормовые и семенные цели.
4. Изучить факторы, определяющие семенную продуктивность фестулолиума: виды, дозы, сроки внесения макро и микроудобрений и стимуляторов роста.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ

1. Бакшаев, Д.Ю. и др. Возделывание фестулолиума в смеси с люцерной на кормовые цели в лесостепи Западной Сибири / Д.Ю. Бакшаев, Н.И. Кашеваров, **И.Л. Жданова** // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № (1). – С. 12–20. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-12-20.
2. Кашеваров, Н.И. и др. Эффективность совместного возделывания фестулолиума с эспарцетом на кормовые цели в лесостепи Западной Сибири / Н.И. Кашеваров, Д.Ю. Бакшаев, **И.Л. Жданова** / Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54. – № 4. – С. 51–59. – DOI 10.26898/0370-8799-2024-4-6.
3. Бакшаев, Д.Ю. и др. Опыт возделывания клевера лугового в смеси с фестулолиумом в лесостепи Западной Сибири / Д.Ю. Бакшаев, Н.И. Кашеваров, **И.Л. Жданова** // АгроЗооТехника. – 2025. – Т. 8. – № 2. – С. 1–11. – DOI: 10.15838/alt.2025.8.2.1.
4. Бакшаев, Д.Ю. и др. Подбор бобового компонента при посеве в смеси с фестулолиумом на кормовые цели в лесостепи Западной Сибири / Д.Ю. Бакшаев, Н.И. Кашеваров, **И.Л. Жданова** // Кормопроизводство. – 2025. – (4):34-39. DOI: 10.30906/1562-0417-2025-4-34-39.
5. **Жданова, И.Л.**, Кашеваров, Н.И. Рост и развитие растений фестулолиума в зависимости от агротехнологических приемов и условий возделывания в лесостепи Западной Сибири / И.Л. Жданова, Н.И. Кашеваров // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № (2). – С.20-27. DOI: 10.31677/2072-6724-2025-75-2-20-27

### Публикации в изданиях, входящих в перечень РИНЦ

1. Бакшаев, Д.Ю. и др. Возделывание фестулолиума в травосмесях с люцерной в лесостепи Западной Сибири / Д.Ю. Бакшаев, Т.А. Садохина, **И.Л. Жданова** // Стратегические направления развития аграрной экономики и механизмы конкурентоспособности сельского хозяйства. Сб. I международной научно-практической конференции InAgro 2022 (г. Новосибирск, 24–25 марта 2022 г.) Барнаул: Изд-во ООО "ИД АПНИ", 2022. – 172 с.
2. Кашеваров, Н. И. и др. Оценка эффективности смесей фестулолиума с люцерной в лесостепи Приобья (Западная Сибирь) / Н.И. Кашеваров, Д.Ю. Бакшаев, **И.Л. Жданова** // Адаптивное кормопроизводство. – 2024. – № 1. – С. 73–84. – DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-1-73-84.
3. **Жданова И.Л.** Новая кормовая культура фестулолиум в Западной Сибири / И.Л. Жданова // Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: сборник региональной научно-практической конференции, посвященный 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН (р.п. Краснообск, Новосибирская обл., 28–29 апреля 2025 г.), / СФНЦА РАН; Новосиб. госуд. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С.43–47.